

# STUDIENARBEIT

“Browsing the Semantic Web using wiki technology”

von

Anna Kantorovitch

eingereicht am 12.12.2011 beim  
Institut für Angewandte Informatik  
und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)  
des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

Referent: Prof. Dr. Studer  
Betreuer: Dipl.-Inform. Benedikt Kämpgen

Heimatanschrift/Studienanschrift:  
Bacchusstraße 3  
75223 Niefern  
akant2383@googlemail.com

# Inhalt

Abbildungsverzeichnis .....	3
Tabellenverzeichnis.....	4
1. Einleitung.....	6
1.1 Hintergrund und Motivation.....	6
1.2 Grundlagen und aktueller Forschungsstand .....	8
2 Begriffserklärung .....	10
2.1 Das Semantic Web .....	10
2.2 Begriffserklärung.....	12
2.3 Der Kreislauf des Semantic Web .....	13
2.4 Architektur des Semantic Web.....	14
2.4.1 Unified Resource Identifier (URI) .....	15
2.4.2 eXtensible Markup Language (XML).....	16
2.4.3 Resource Description Framework (RDF) .....	17
2.4.4 Das Resource Description Framework Schema (RDFS) und RIF .....	21
2.4.5 Ontologie und Web Ontology Language (OWL).....	21
2.4.6 SPARQL .....	22
2.4.7 Logic (Logik), Proof (Beweis) und Trust (Vertrauen).....	22
2.5 Aufbau des RDF-Graphen.....	23
3 Linked Open Data Prinzipien .....	25
3.1 Das Konzept von Linked Open Data.....	25
4 Vorhandene Webbrowser: Shortipedia und Tabulator Redux .....	28
5 Die Erweiterungen von MediaWiki.....	32
5.1 Das Semantic MediaWiki.....	32
5.2 Besonderheiten des neuen Browsers .....	34
5.3 Funktionsweise des neuen Browsers .....	37
5.4 Die Vorgehensweise beim Browsen mittels Semantic Web Browser.....	39
5.5 Incoming & Outgoing Links .....	40
5.6 Neues in der ToolBox.....	44
5.7 Hide & Show incoming Properties.....	45

5.8	Vergleich Shortipedia und Semantic Web Browser .....	47
6	Zusammenfassung und Ausblick .....	48
7	Literaturverzeichnis .....	50

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Die Komplexitätsstufen der Semantik [KrHR07].....	12
Abbildung 2:	Abbildung des Graphen; [DIS] .....	13
Abbildung 3:	Schichtenmodell des Semantic Web [W3C ].....	14
Abbildung 4:	Graphenvergleich XML und RDF2 .....	19
Abbildung 5:	Darstellung der Fakten im RDF-Graphen [HiKR07].....	19
Abbildung 6:	RDF Graph.....	23
Abbildung 7:	Beschreibung der Abbildung 5 mittels RDF und XML-Syntax .....	23
Abbildung 8:	Linked Open Data Graph [BiH09].....	25
Abbildung 9:	Shortipedia-Screenshot [www.shortipedia.org].....	29
Abbildung 10:	Ansicht auf die Baumstruktur von Tabulator Redux [BIHL] .....	30
Abbildung 11:	Darstellung des Artikels „Karlsruhe Institute of Technology“ .....	35
Abbildung 12:	Die Repräsentation der Daten im neuen Browser.....	36
Abbildung 13:	Die Bestandteile eines URL[http://de.wikipedia.org/wiki/URL] .....	38
Abbildung 14:	„Incoming“ Links der Seite „Karlsruhe Institute of Technology“ .....	40
Abbildung 15:	Property und Subjekt mit Referenz auf einen Artikel im Wiki .....	41
Abbildung 16:	Der inverse RDF-Graph für die Incoming Links .....	42
Abbildung 17:	Druckversion des Graphen mittels Funktion „dump“ .....	43
Abbildung 18:	Navigation, Search und Toolbox .....	44
Abbildung 19:	Incoming Links vor dem Ausblenden.....	46
Abbildung 20:	Incoming Links nach dem Ausblenden.....	46

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verschiedene Darstellungsmöglichkeiten der XML-Syntax .....	16
Tabelle 2: Unterschiede der XML- und RDF- Syntax .....	18

## Erklärung

Ich versichere hiermit, die Arbeit selbstständig angefertigt zu haben und alle benutzten Hilfsmittel unter Angabe der Literaturstellen kenntlich gemacht zu haben.

Anna Kantorovitch

---

Niefern, 12.12.2011

# 1. Einleitung

## 1.1 Hintergrund und Motivation

In den letzten 20 Jahren hat sich keine Technologie so schnell entwickelt und so viele neue Möglichkeiten eröffnet wie das World Wide Web (WWW). Im Jahre 1983 war das Internet noch ein Forschungsnetz für Wissenschaftler und war nur begrenzt nutzbar. Die Nutzung war sehr kompliziert und erforderte gute Kenntnisse. Seit der Erfindung des WWW im Jahre 1991 durch den Briten Tim Berners Lee hat sich das Hypertextsystem WWW sehr schnell entwickelt und glänzte durch einfache Bedienbarkeit und multimediale Anwendung. Die Anzahl der Nutzer des WWW wächst seitdem ins Unermessliche, heute ist das Internet für jeden zugänglich.

Was aber macht das Internet so anziehend? Die frühere Technologie ermöglichte lediglich einen Austausch von Forschungsarbeiten und Texten. In den letzten Jahren ist die Technologie zu einer multimedialen Plattform aufgestiegen, die neben einfachen Texten viele dynamische Inhalte wie Bilder und Musik darstellen kann. Durch den freien Zugang war es den Nutzern möglich Inhalte auszutauschen und neue Informationen ins Internet zu stellen. Mit der kontinuierlich steigenden Nutzerzahl des WWW stieg auch die Informationsmenge immens an, die schließlich nicht mehr zu überblicken war.

Für den Nutzer war der Informationsfluss so hoch, dass er sich in dieser täglich zunehmenden Informationsmenge nicht mehr zurecht fand. Deswegen ist es von essentieller Wichtigkeit diese Fülle an Informationen nach der Wichtigkeit und der Qualität zu selektieren. Aber welche Möglichkeiten stehen da zur Verfügung?

Diese Suchmaschinen sind aus der heutigen Internetrecherche nicht mehr wegzudenken. Die sich daraus ergebende Dimension an Informationen unterliegt keinen semantischen Vorgaben. Die Inhalte sind zwar für den Menschen gut verständlich und lesbar, für die Maschinen jedoch finden sie keine sinnvolle Verwendung, da sie in Dokumenten nur nach Algorithmen oder Heuristiken suchen. Momentan sind sie noch nicht in der Lage Informationen zu verstehen, zu lesen und zu interpretieren. [vgl. VJ05]

Das WWW ist auf den Nutzer äußerst präzise zugeschnitten, da die Informationen problemlos abgefragt und zu anderen Informationen in Beziehung gesetzt werden können. Die Suchmaschinen, die man kennt und täglich nutzt, beruhen auf einem sehr ausgereiften Konzept. Allerdings bringt die Suche nicht immer das gewünschte Ergebnis, weil die Suchmaschine inhaltlich unpräzise Ergebnisse liefert. Solche Interpretation können Maschinen noch nicht leisten. [vgl. HiKR07]

Das WWW hat sich zu einem der größten Wissensspeicher entwickelt und genau deshalb entpuppt sich die Suche öfters als die „Suche nach der Nadel im Heuhaufen“. Die Suche per Suchmaschine ist nur oberflächlich und stichwortbasiert, das heißt, dass sie nichts über den Inhalt des dargestellten Stichworts aussagt. Eine semantische Suche würde hier Abhilfe schaffen.

Auf dem Gebiet des Semantic Webs wird am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) in der Forschungsgruppe Wissensmanagement am Karlsruhe Institut of Technology (KIT) gearbeitet. In der vorliegenden Studienarbeit wird das Thema „Browsing Semantic Web using wiki technology“ behandelt. Hier sollen die Vorteile semantischer Wikitechnologie zum Browsen des Semantic Web untersucht werden.

Die Studienarbeit ist nach folgenden Kapiteln gegliedert und gibt einen Überblick über das Semantic Web und die heutige Nutzung desselben. Kapitel 1 bezieht sich auf die heutige Nutzung des Semantic Webs und zeigt warum es notwendig ist, dieses weiter zu entwickeln. Des Weiteren werden die Begriffe erklärt anhand der Semantic Web Architektur und in welchem Zusammenhang diese untereinander stehen. Außerdem wird der Grundgedanke und Aufbau des Semantic Webs erklärt. Kapitel 3 führt die Prinzipien des Semantic Webs an und erläutert warum das Semantic Web heute ein wichtiger Baustein in der aktuellen Entwicklung ist. Ein Vergleich der schon vorhandenen Webbrowser und deren momentane Nutzung sind im Kapitel 4 nachzulesen. In Kapitel 5 der Studienarbeit wird der neue semantische Webbrowser mit seiner Entwicklung und Funktionsweise sowie seinem Algorithmus beschrieben. Der Einsatz, die Bedienbarkeit und der Ausblick auf seine Weiterverwendung werden an Beispielen und Screenshots erläutert. Kapitel 6 gibt eine Zusammenfassung und Ausblick über den zukünftigen Einsatz und eventuelle

Weiterentwicklung des Semantic Web. Im Kapitel 7 findet sich das Literaturverzeichnis.

## 1.2 Grundlagen und aktueller Forschungsstand

Wie schon in der Einleitung angesprochen, gibt es im heutigen Web viele Möglichkeiten der Informationsnutzung und Informationsbeschaffung, wobei das Web von einer Variante besonders geprägt ist.

Es beinhaltet immer mehr Webseiten, die ihren Informationsgehalt nicht nur für Menschen, sondern auch für Maschinen in lesbarer Form anbieten. Das ist die Vision des "Web of Data" oder besser gesagt die des Semantic Webs. Insbesondere Unternehmen profitieren von diesem Fortschritt. Dieser eröffnet die Erforschung neuer Märkte und Möglichkeiten, dennoch schöpfen Browser die Möglichkeit zur Nutzung des Semantic Web für die neuen Informationsquellen nicht vollständig aus. [vgl. AIFB]

Das Semantic Web öffnet viele neue Möglichkeiten zur Darstellung von Informationen. Es kann mittels der semantischen Suche das Semantic Web durchsucht und so Verbindungen zwischen Informationen im Web und den Inhalten aus dem Wiki automatisch hergestellt werden. Die neu gewonnene Information kann nachdem sie auf Validität und Nützlichkeit geprüft und von unnützer Information „gesäubert“ worden ist ins Wiki teilweise oder ganz übernommen werden.

Diese Vorsortierung ermöglicht eine bessere Informationsvernetzung intern im Wiki untereinander und zu externen Informationsquellen. Die daraus resultierenden Möglichkeiten erlauben daher ein besseres Managen von Wissen.

Das Ziel dieser Studienarbeit ist die Entwicklung eines semantischen Webrowsers. Der mit Hilfe eines semantischen Wikis das Semantic Web durchsucht und Verbindungen zwischen „Inhalten im Wiki und Informationen aus dem Web automatisch identifiziert“ [AIFB] und die gefunden Informationen ins Wiki einträgt. Dieser Browser wäre eine große Errungenschaft und Weiterentwicklung im Ausbau des Semantic Webs für die Semantic MediaWiki Community.

Eine schon anfänglich vorhandene Suchfunktion ist auf den Seiten des Semantic MediaWiki integriert. Sie erlaubt aber nur das Suchen innerhalb des Wikis und auch nur auf den vorhandenen Artikeln. Der neu zu erstellende Browser soll darüber



hinaus die Suche nach semantischen Seiten ins WWW ausweiten und diese gefundenen Informationen in das bestehende Wiki einbinden

## 2 Begriffserklärung

### 2.1 Das Semantic Web

*„The Semantic Web is not a separate Web but an extension to the current one, in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation.“ [W09]*

Tim Berners-Lee Gedanke des Semantic Web bringt einiges an Klarheit über die Zusammenhänge zwischen dem Internet und dem neu entwickelten semantischen Web. Es soll so viel Semantic in die Information integriert werden, sodass die Maschine in der Lage ist Zusammenhänge selbstständig zu erkennen und zu anderen Informationen in Beziehung zu setzen. Um Informationen mit Semantik anreichern zu können, muss ein geeigneter Formalismus entwickelt werden. Hierzu muss ein geeigneter Formalismus entwickelt werden, der Informationen eine semantische Beschreibung zuordnet und sie maschinenlesbar macht. [vgl.WiM07]

Doch was heißt es Informationen mit Semantik anzureichern damit Zusammenhänge erkannt werden können?

Das Semantic Web nutzt das Konzept der Wissensrepräsentation um Beziehungen zwischen verschiedenen Sachverhalten auf der semantischen Ebene aufzuzeigen.

Die semantische Suche und die daraus gewonnen Informationen leisten eine erhebliche Einschränkung in der Vielfalt an Suchergebnissen, indem sie die Suchergebnisse auf eine minimal qualitative Menge reduzieren. So wird eine Ergebnismenge erreicht, die verständlicher und vor allem leichter zugänglich für den Nutzer ist.

Die Wissensbasis die daraus entsteht, ist ein wichtiger Grundsatz für die semantische Suche. Diese bringt alle bereitgestellten Informationen und Artikel eines Portals in einen gemeinsamen Zusammenhang, der sowohl für den Menschen lesbar ist, als auch in der für die Maschinen in einer zu verarbeitenden Form repräsentiert wird. Durch die beliebig wählbare und vernetzte Themenkontexte bekommt der Nutzer die Möglichkeit frei die Sachverhalte auszuwählen und beliebig seine Interessen zu

navigieren, indem er gezielt Informationen bekommt, die seine qualitative Suche ergab. Durch die Vorverarbeitung der Daten durch den Nutzer bekommen die Daten eine wohldefinierte Bedeutung, die um die Semantik erweitert wurde. [vgl. VJ05]

Wie schon im obigen Abschnitt beschrieben, ist es schwierig bei den verfügbaren Suchmaschinen effiziente Suchergebnisse zu erzielen, denn die Suche ist meistens nur stichwortbasiert und trifft nicht immer das Gesuchte. Das Semantic Web ermöglicht eine effizientere Recherche, die sich nicht nur auf das Stichwort fixiert, sondern eine inhaltlich orientierte Suche bietet. Diese stellt ein breites Spektrum an Querverweisen zur Verfügung und grenzt die relevanten Aspekte sowohl inhaltlich wie auch thematisch ein.<sup>1</sup>

Eine gute Orientierung zum Entwurf des Browsers bieten die hilfreichen Beispiele auf den Semantic MediaWiki Seiten sowie schon vorhandene Webbrowser wie zum Beispiel Tabulator Redux oder Shortipedia.

---

<sup>1</sup> <http://winfuture.de/news,46839.html>

## 2.2 Begriffserklärung

Der Begriff „Semantik“ gilt als Teilbereich der Linguistik und beschäftigt sich mit Beziehungen zwischen Zeichen und Objekten und deren Sinn und Bedeutung. Daraus lässt sich erschließen, dass das Semantic Web dazu verwendet wird die Bedeutung von Daten für Maschinen lesbar zu machen und diese richtig zu interpretieren. [vgl. AI05]

Jede Information verfügt über eine Semantik, die sich in verschiedenen tiefen Ebenen darstellen lässt. Die Semantik durchläuft verschiedene Interpretationsstufen, siehe Abbildung 1, bevor es die Endgültige erreicht und die Bedeutung der eingegebenen Information entschlüsselt wurde. „Je eingeschränkter die Interpretationen umso stärker die Folgerungsrelation“ [KrHR07] Die Stufen nehmen von Stufe zu Stufe an Komplexität zu, diese werden im Kapitel 2.4 näher erläutert.

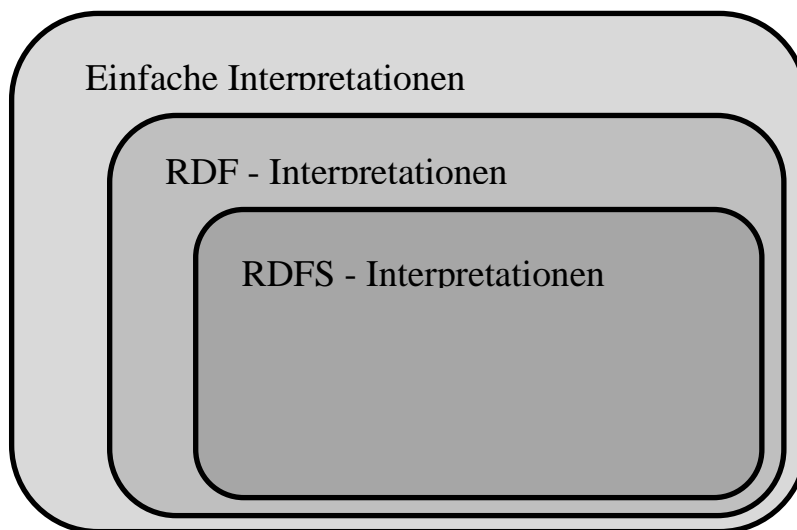


Abbildung 1: Die Komplexitätsstufen der Semantik [KrHR07]

## 2.3 Der Kreislauf des Semantic Web

Die folgende Abbildung 2 zeigt den Kreislauf zur Verarbeitung der Informationen im Semantic Web. [vgl. DIS] Im linken Teil der Abbildung, der den Web Teil des Kreislaufes darstellt, wird ein URI mittels Http in eine lesbare Dokumentenrepräsentation, also einen Text, überführt und verarbeitet. Danach erfolgt eine Eingliederung in XML und eine Überführung in das RDF Format, woraus dann der RDF-Graph resultiert und die benötigten Informationen weitergegeben werden an die semantische Seite des Kreislaufs. Diese wird auf der rechten Seite des Kreislaufs dargestellt. Durch die hinzugewonnene RDF Information können die Bedeutung und Ursprung im Semantic Web, die durch andere URIs kennzeichnend sind, eindeutig zugeordnet werden.

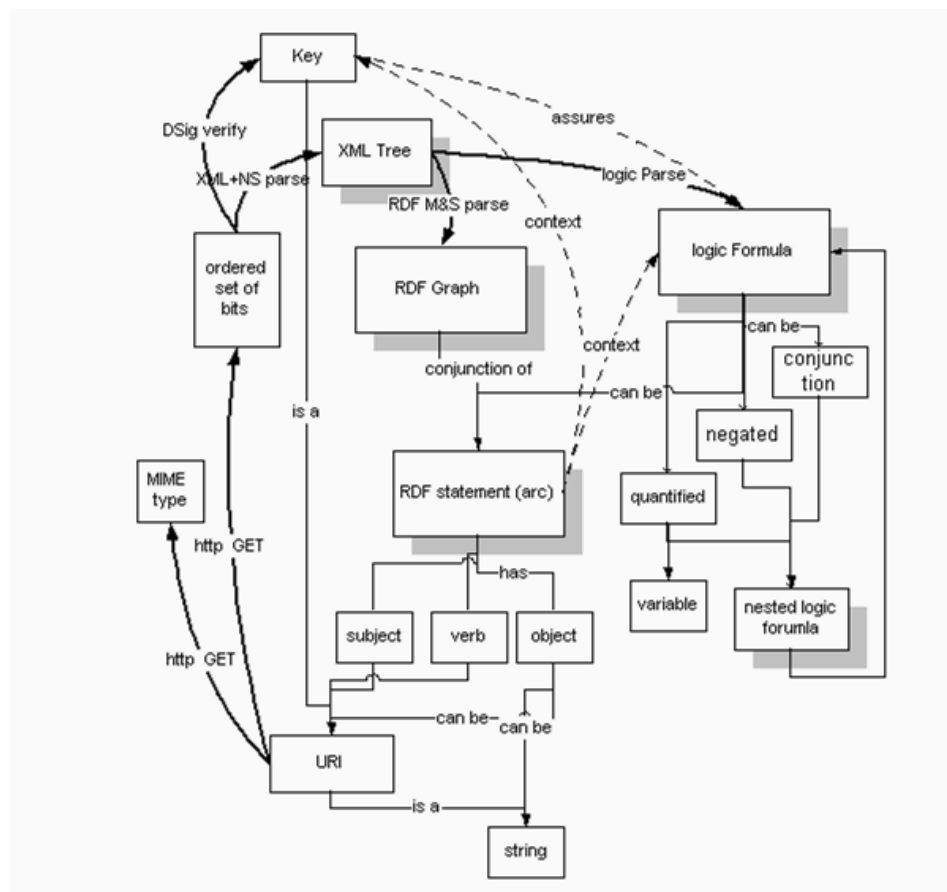


Abbildung 2: Abbildung des Graphen; [DIS]

## 2.4 Architektur des Semantic Web

Obwohl das Semantic Web eine Erweiterung der schon vorhandenen Technologien und Entwicklungen ist, unterliegt es einer Architektur, die sich durch Ebenen klassifiziert (siehe Abbildung 2). Es baut auf verschiedenen Ebenen auf, die von Stufe zu Stufe an Komplexität zunehmen.

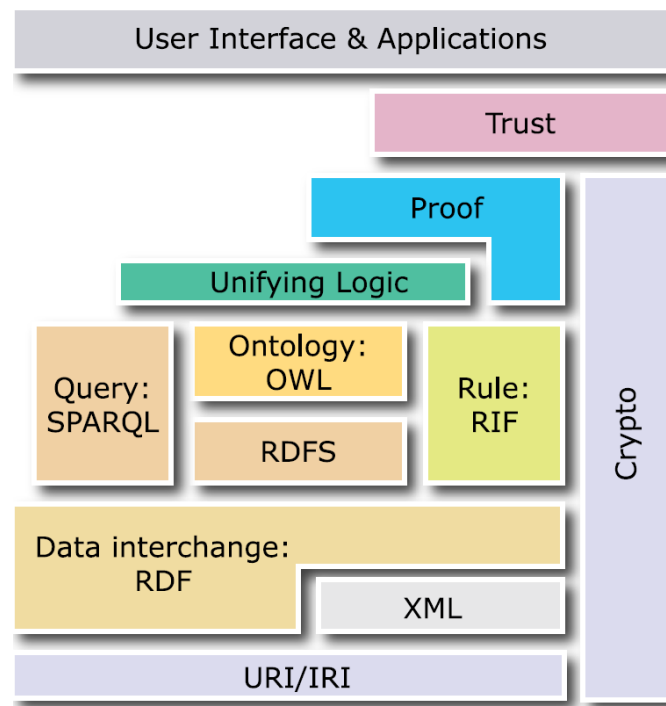


Abbildung 3: Schichtenmodell des Semantic Web [W3C ]

Die Grundlage der Architektur bilden Ebenen auf den die Erweiterung des Semantic MediaWiki aufbaut. Die Grafik, der Abbildung 3, verdeutlicht den Fortschritt und zeigt hier nicht eine Revolution, sondern eine Evolution. Denn die basierenden Techniken werden nicht durch neue ersetzt sie werden in die Weiterentwicklung integriert. [vgl. AI05]

### **2.4.1 Unified Resource Identifier (URI)**

Der URI dient im WWW der Adressierung, um Ressourcen im Web eindeutig identifizieren zu können. „Im heutigen Web ist der Gebrauch von URIs mittels sogenanntem Unified Resource Locator (URL) üblich. URL stellt aber nur eine Untermenge von URI dar.“ [WiM07]

Außerdem hat URI mit dem „Unified Resource Name“ noch eine andere Untermenge, dieser spezifiziert nur den Namen eines Objekts.

Im Semantic Web hat es sich etabliert, dass zu jeder Resource einen zugehörigen URI gibt. Er ist ein Bezeichner für eine Resource im Web. Des Weiteren identifiziert er bestimmte abstrakte oder physikalische Ressourcen, wie Texte oder Grafiken.

Heute werden durch URLs bestimmte Verlinkungen zwischen den einzelnen mit einander verbundenen Seiten repräsentiert. Der Unified Resource Name (URN) ist wie der URL ebenfalls eine Untermenge von URI. URI bestimmt den Obergriff für URL und URN. Vgl. [WiM07]

Es gibt sogenannte Informations- und Spezifikationssprachen, wie XML, RDF(S) und OWL. XML ist eine andere Kategorie der Spezifikationssprachen, denn es „ist nicht im engeren Sinne dem Semantic Web zuzuordnen.“ [HiKR07 S.11] Die anderen zwei Sprachen sind Ontologiesprachen. Diese „sind speziell für die Verwendung im Semantic Web entwickelt worden.“ [HiKR07 S.12]

## 2.4.2 eXtensible Markup Language (XML)

XML stellt einen fundamentalen Standard im Semantic Web dar. „Es dient der Speicherung und dem Austausch strukturierter Informationen. Als Metasprache bietet XML die Möglichkeit eigene Markup-Sprachen wie z.B. XHTML zu definieren.“ [HiKR07]

Mit dieser Technologie lässt sich eine Formatierung von Dokumenten durchführen, die eine flexible Struktur besitzt, welche solche Änderungen an Dokumenten erlaubt. Damit bietet XML einen entscheidenden Unterschied zu HTML, das keine Änderungen an der Dokumentenstruktur erlaubt. Als Metasprache ist XML sehr verbreitet und ist maschinenlesbar, des Weiteren hat XML eine einheitliche Syntax für Web-Dokumente, aber keine eindeutige Darstellungsform dieser. Die Anordnung der Tags ist nicht einheitlich geregelt, deswegen ist diese für jede Applikation neu definiert und kann angepasst werden.

Um Konflikten bei der Beschreibung von Elementnamen vorzubeugen, wurde ein Konzept der Namensräume „Namespaces“ definiert. [vgl. WiM07]

In der **Tabelle 1** zeigen die Darstellungsart1 und Darstellungsart2 die Unterschiede bei der XML-Syntax an dem Satz „Der Kunde mit dem Namen „Max Mustermann“ hat die Kundennummer „12345““.

**Tabelle 1: Verschiedene Darstellungsmöglichkeiten der XML-Syntax**

Darstellungsart 1:	Darstellungsart 2:
<code>&lt;kunde name="Max Mustermann"&gt;</code>	<code>&lt;kunde&gt;</code>
<code>&lt;kundennummer&gt;12345&lt;/kundennummer&gt;</code>	<code>&lt;kundennummer&gt;12345&lt;/kundennummer&gt;</code>
<code>&lt;/kunde&gt;</code>	<code>&lt;name&gt;Max Mustermann&lt;/name&gt;</code>
	<code>&lt;/kunde&gt;</code>

Ein erheblicher Nachteil von XML ist, dass zwar eine Struktur des Dokumentes vorgegeben ist es jedoch nichts über den Inhalt und insbesondere die semantische Bedeutung des Dokumentes aussagt. Dennoch bietet XML die syntaktische Grundlage vieler beschreibender Sprachen. XML ist eine Beschreibungssprache, die verlinkte Daten maschinenverarbeitbar macht, die Links aber nicht maschinenverarbeitbar sind (siehe unten)



### 2.4.3 Resource Description Framework (RDF)

Durch das RDF wird eine weitere Schicht beschrieben, die eine höhere Komplexität aufweist als die XML-Schicht. Diese repräsentiert ein Modell von Metadaten und erlaubt somit diese in maschinenlesbarer Form zu erstellen. Metadaten sind Daten, die Aussagen über einen bestimmten Datensatz machen.

RDF wurde in den 90er Jahren, genauer im Jahre 1999, als die erste Spezifikation durch das W3C veröffentlicht. Mit RDF war es möglich, semantische Informationen wie Aussagen über Webseiten, dessen Autoren und Lizenzbedingungen, zu bekommen. Später wurde RDF weiter entwickelt und es war nun möglich semantische Informationen über allgemeine Darstellungen im Semantic Web zu repräsentieren.

*„Im Gegensatz zu HTML und XML geht es also nicht nur um korrekte Darstellung von Dokumenten, sondern auch um die Kombination und Weiterverarbeitung der enthaltenen Informationen.“*

[ HiKR07 S.35].

Das RDF basiert auf XML und hat als großen Vorteil, dass es nur ein Schema des Entwurfs gibt, welches erweitert und kompatibel mit anderen Ressourcen ist. [vgl. VJ05]

Durch RDF ist die Treffergenauigkeit bei den Suchmaschinen höher [vgl. DKP08]. Außerdem wurde RDF als grundlegendes Darstellungsformat auserwählt, um semantische Informationen darzustellen, sie dient vielen komplexen Sprachen als Vorzeigebild der Darstellung. Diese überarbeitende Version wurde dann im Jahre 2004 veröffentlicht.

Eine Ressource bezeichnet jedes Dokument, das eindeutig im URI-Format benannt ist als Ressource bezeichnet. Eine Ressource kann viele Formate haben wie beispielsweise eine Webseite, die mittels einer URL gekennzeichnet wird. Es gibt allerdings auch Ressourcen, die im Web nicht identifiziert sind. Solche Ressourcen werden häufig durch URIs benannt. RDF wird durch einen Graphen beschrieben, der aus einem RDF-Tripel „*Subjekt-Prädikat-Objekt*“ besteht. Jeder einzelne Bestandteil des Tripels wird durch einen Uniform Resource Identifier (kurz URI) identifiziert,

siehe Abbildung 3 .[vgl. HiKR07] Wozu es dieses Tripel gibt wird im Abschnitt 2.5 erläutert.

RDF baut auf den Grundlagen von XML auf und besitzt die gleichen Voraussetzungen wie XML. Da RDF eine Erweiterung von XML darstellt, gibt es einige Unterschiede, die sich zum einen in der Syntax und zum anderen in der graphischen Repräsentation widerspiegeln. Welche Unterschiede es in der Syntax zwischen den beiden Sprachen gibt, zeigt Tabelle 2.

Die Syntax von RDF ist überschaubar und wirkt verkürzt dargestellt. Außerdem werden bei der RDF-Syntax gleich die Beziehungen vollzogen zwischen „Name“ und „has\_email“.

**Tabelle 2: Unterschiede der XML- und RDF- Syntax**

<u><b>XML</b></u>	<u><b>RDF</b></u>
<p:person>	X rdf:type p:person
<p:name/>	X p:has_name "Max Muster"
<p:email>max@muster.de</p:email>	X p: has_email max@muster.de
<p:email>max@muster.org</p:email> max@muster.de	X p: has_primary_ID
</p:person>	

Wie schon in Tabelle 2 gezeigt, gibt es Unterschiede zwischen der XML- und der RDF-Syntax, diese Unterschiede lassen sich ebenfalls durch die folgende Abbildung 4 in der graphischen Darstellung verdeutlichen

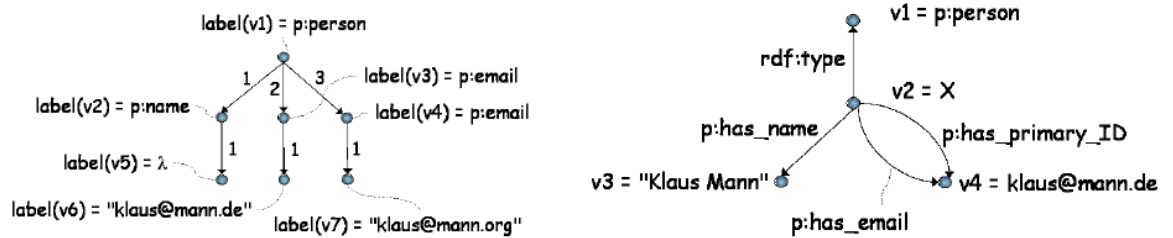


Abbildung 4: Graphenvergleich XML und RDF<sup>2</sup>

Im Gegensatz zu XML verwendet RDF Graphen, obwohl durch die Hilfe von Baumstrukturen eine hierarchische Informationsdarstellung erreicht wird. Ein Vorteil gegenüber Graphen ist die bessere Suche nach Informationen, jedoch liegt der erheblicher Nachteil in der Modellierung von Sachverhalten, die oft unklar sind.[vgl. HT09] Da RDF ein System zur Beschreibung von Ressourcen, genauer zur formalen Beschreibung von Objekten ist, verwendet RDF Graphen. RDF stellt ein Netzwerkmodell dar, das aus Multi-Graphen, benannten Knoten und Kanten besteht. Außerdem besitzt jeder Knoten einen Namen, was die Zuordnung von Information und Beziehungen zwischen Ressourcen leichter macht. Eine Baumstruktur ermöglicht keine intuitive Beschreibung der Daten und gibt keine Möglichkeit der Informationsintegration. Baumstrukturen besitzen benannte Knoten und nicht beschriftete Kanten, dafür sind die Kanten geordnet. Viele Fakten können in einem Baum nicht dargestellt werden, beispielsweise „Das Buch ‚Semantic Web-Grundlagen‘ wird beim Springer Verlag verlegt“. [HiKR07] Diese Beziehung ist nur durch einen gerichteten Graphen zu beschreiben, siehe Abbildung 5.



Abbildung 5: Darstellung der Fakten im RDF-Graphen [HiKR07]

Im Graphen werden die Beziehungen zwischen den Ressourcen ebenfalls kennzeichnet, was eine Verwendung von Baumstrukturen nicht möglich macht. Der XML-Graph weist nur Beschriftungen der Knoten auf, die Kanten erhalten Nummerierungen, die besagen auf welcher Ebene sich die Knoten befinden.

<sup>2</sup> [http://blog.ag-nbi.de/wp-content/uploads/2011/04/09\\_SemWeb2011.pdf](http://blog.ag-nbi.de/wp-content/uploads/2011/04/09_SemWeb2011.pdf)

Anhand des RDF-Graphen können neben Fakten auch Relationen leichter dargestellt werden als durch einen Baum.

#### **2.4.4 Das Resource Description Framework Schema (RDFS) und RIF**

RDFS beschreibt die Semantik des RDF Dokuments. Damit wird erreicht, dass Daten bestimmte Eigenschaften und Aufbaukriterien erfüllen. [vgl. WiM07] RDF ist eine objektorientierte Sprache und besitzt ein hierarchisches Aufbauschema. Dieses ermöglicht schrittweise Veränderungen zwischen zwei sich unterscheidenden Schemata [vgl. VJ05].

Die Beschreibung einer Ressource und ihrer Bedeutung wird durch die Beziehung zu anderen Ressourcen verdeutlicht. Diese Beziehung macht es möglich die Ressource richtig inhaltlich und semantisch einzuordnen. Deswegen wird, nicht jede Ressource einzeln, sondern in Klassen klassifiziert. Diese werden untereinander verknüpft und diese Verknüpfungen werden zueinander in Relation gesetzt [vgl. AI05]. Genau darin besteht die Aufgabe von RDF zu RDF- Schema.

RIF bildet die Regelsprache, die als Grundlage für das Erfassen der semantischen Daten dient. Heute eignet sich RIF als Austauschformat für unterschiedliche Regelsysteme.

#### **2.4.5 Ontologie und Web Ontology Language (OWL)**

Ontologie ist die vierte Ebene der Architektur und hat als Ziel den „Aufbau einer strukturierten Wissensbasis“ [AI05]. Sie beschreibt ein Dokument, das in einer der semantischen Sprachen, RDF oder OWL erstellt wurde, und „Wissen einer Anwendungsdomäne modelliert“ [HiKR07 S.12]. Die Basis davon ist die RDF-Syntax und das RDFSchema. Durch die Ontologie kann die Maschine zum Beispiel den Zusammenhang zweier Artikel, die den gleichen Inhalt haben, aber von unterschiedlichen Quellen kommen, also unterschiedliche URIs haben, erkennen und dass es sich dabei um den gleichen Artikel handelt. [vgl. WiM07].

OWL ist eine Beschreibungssprache für Web-Ontologien und ist seit 2004 ein „vom W3C empfohlene Standard zur Realisierung des Semantic Webs“ [AI05, S12]. Es bietet erweiterte Beschreibungsmöglichkeiten in unterschiedlicher Komplexität. RDF und RDFS bilden die Grundlage für OWL.

### **2.4.6 SPARQL**

Die Anfragesprache für RDF-Datenbanken stellt SPARQL dar. Die Abfrage von Instanzdaten einer RDF-Datenbank wird so ermöglicht. SQL und SPARQL besitzen eine ähnliche Syntax, unterscheiden sich aber in der Abfrage.

### **2.4.7 Logic (Logik), Proof (Beweis) und Trust (Vertrauen)**

Diese drei Schichten können als eine Aufbauenerweiterung zu der Ontologie angesehen werden, da sie keinen weiteren technischen Erweiterungen bieten. Sie stellen Regeln zur Verwendung der darunter liegenden Schichten auf.

Logic legt den weiteren Ablauf fest, wenn neues Wissen abgebildet wurde, um daraus neues Wissen hinzu zugewinnen oder es richtig zu deuten. Mit ihrer Hilfe ist es für Maschinen möglich Muster durch Regeln zu erkennen, durch die neues Wissen erlangt werden kann.

Durch „Proof“ kann festgestellt werden woher Informationen ihren Ursprung haben. Den Maschinen wird ein eigenständiges Arbeit und Nachvollziehen durch Prüfen logischer Schlussfolgerungen von RDF-Aussagen, ermöglicht, ohne dass der Mensch dabei eingreifen muss. Die Entwicklung von Logic und Proof befindet sich noch ganz am Anfang, deswegen sind noch keine konkreten Anwendungen vertreten.

Trust dämmt die Gefahr von inhaltlich falschen Aussagen ein. Wenn Wissen gebildet wird, soll es vertrauenswürdige Quellen durchlaufen. [vgl. WiM07,VJ05] „Dabei favorisiert das W3C bei der Umsetzung vor allem technische Standards der Verschlüsselung, digitale Signaturen(sogenannte XML Signatures) [vgl. AI05, S 15]. Momentan existieren auch für diesen für das Semantic Web wichtigen Bereich erst wenig Ansätze.

## 2.5 Aufbau des RDF-Graphen

Wie schon im Teilkapitel 2.4.3 beschrieben, besteht ein RDF-Graph aus einem Tripel Subjekt, Prädikat und Objekt. Das Subjekt ist eine Ressource, die über das Prädikat (was die Eigenschaft des Subjekts darstellt) und das Objekt (Wert des Subjekts) beschrieben wird.

Die Kanten stellen die Relationen zwischen Subjekten und Objekten dar, wie in der Abbildung 6 zu sehen ist. Durch den URI auf den Kanten werden diese Beziehungen identifiziert. Die Beschreibung der Subjekte und Objekte wird ebenfalls über den URI dargestellt. Werden Ressourcen nicht näher beschrieben, so nennt man sie Literale (Zeichenketten), im Graphen werden sie als Rechtecke dargestellt. [vgl. AI05]

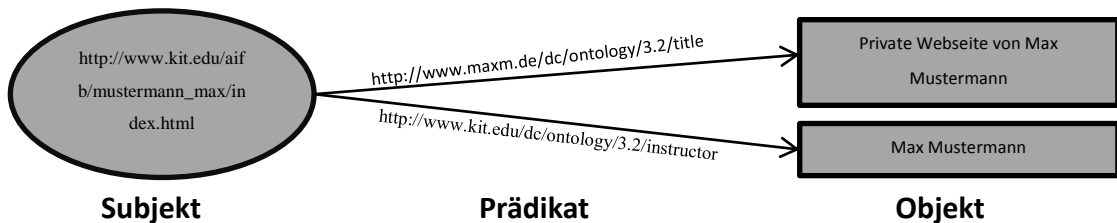


Abbildung 6: RDF Graph

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://www.maxm.de/dc/ontology/3.2/">
  <rdf:Description
    rdf:about="http://www.kit.edu/mustermann_max/index.htm">
    <dc:title>Private Webseite von Max Mustermann</dc:title>
    <dc:instructor>Man Mustermann</dc:instructor>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Abbildung 7: Beschreibung der Abbildung 5 mittels RDF und XML-Syntax

An der Abbildung 6 sieht, lässt der Fakt, dass „Max Mustermann, der beim Institut AIFB arbeitet, eine private Webseite besitzt“, anschaulich darstellen.

RDF-Daten sind häufig dezentral verwaltet und somit ermöglichen damit keine Baumstruktur. Viele Informationen im RDF lassen sich aus verschiedenen Quellen kombinieren, was breite Informationsnetze nach sich zieht, siehe Kapitel 3

Der Graph lässt sich natürlich auch durch eine RDF-Syntax beschreiben, Abbildung 7. Dadurch können die gemachten Aussagen im Graphen schriftlich festgehalten werden.

Unter dem **Subjekt (Subject)** wird eine Aussage verstanden, die über eine Ressource gemacht wird.

Das **Prädikat (Property)** sagt aus, welche Information über das Subjekt zu erhalten ist. Dabei wird die Eigenschaft des Subjekts angegeben.

Das **Objekt (Object)** repräsentiert den Wert des Prädikats also im gegebenen Beispiel den Namen „Max Mustermann“.



### 3 Linked Open Data Prinzipien

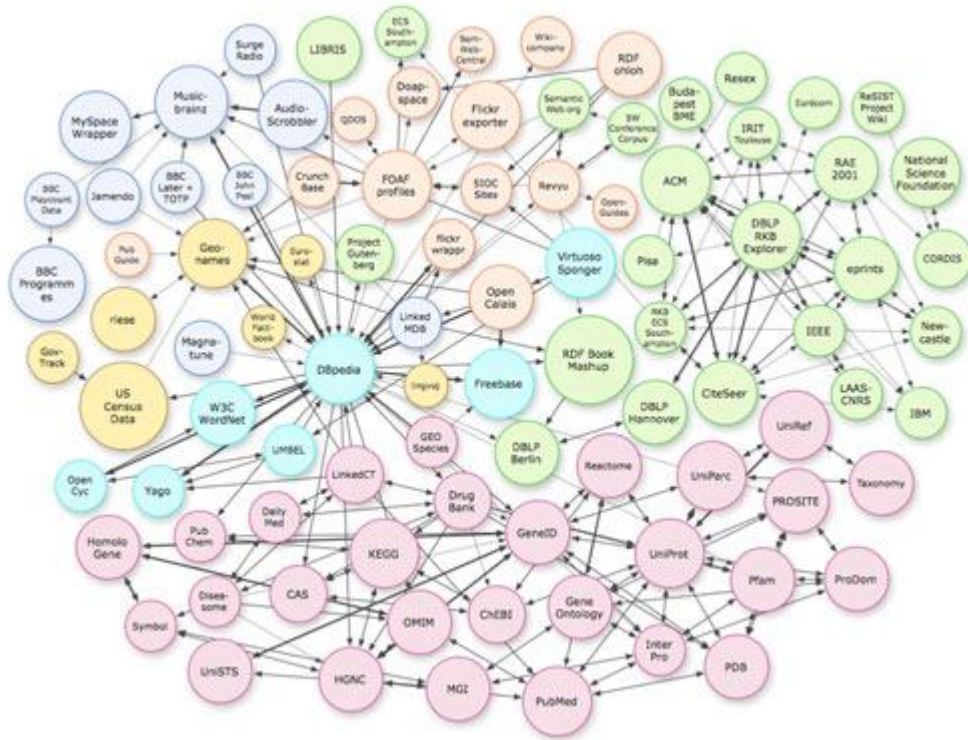


Abbildung 8: Linked Open Data Graph [BiH09]

#### 3.1 Das Konzept von Linked Open Data

Das Internet hat als Ausgangspunkt die HTML Dokumente, die durch Hyperlinks auf andere Dokumente verlinken. Das erleichtert das Suchen und Finden von ähnlichen Inhalten. Dennoch ist es heutzutage noch nicht möglich die notwendigen Informationen automatisch und maschinell im Netz zu erfassen. Die Daten, so wie wir sie kennen, sind immer noch nur vom Menschen auswertbar. Für den Computer ist es sehr schwierig, die Daten zu extrahieren, da sie ganz unterschiedliche Formate und Anordnungen besitzen. Somit kann die Auswertung und Verknüpfung der Daten nur vom Menschen erfolgen. Linked Open Data übernimmt die Rolle der menschlichen Auswertung und bringt die Informationen in ein maschinenlesbares Format (RDF). [vgl. BiH09]

Linked Open Data (LOD) bezeichnet Daten, die eigens entworfen und der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt wurden, damit diese von anderen User

verwendet werden können. Diese Daten sind im WWW frei verfügbar. Sie werden mittels URIs identifiziert und können durch HTTP direkt abgerufen werden. Mit dem URI wird durch diesen HTTP-Aufruf auf andere Daten im Netz verwiesen. So entsteht ein in sich verzweigendes Netz aus Knoten und Kanten, das alle Informationen strukturell miteinander in Verbindung setzt. Durch das RDF werden die Daten gelesen, ausgewertet und maschinenlesbar gemacht.

So entsteht durch diese miteinander verbundenen Daten ein Netz aus Quellen, dessen Verwendung automatisch miteinbezogen wird.

Linked Data werden als Teil des Semantic Webs angesehen, da es die wesentlichen Bestandteile wie OWL, RDF und SPARQ verwendet.

Tim Berners-Lee erstellte (2006) ein Konzept der Linked Open Data, das die Regeln für Linked Data beschreibt. Diese Regeln oder auch Prinzipien haben einen entscheidenden Anteil an der Datenvielfalt.

- „1. Use URIs as names for things  
2. Use HTTP URIs so that people can look up those names.  
3. When someone looks up a URI, provide useful information, using the standards (RDF, SPARQL)  
4. Include links to other URIs, so that they can discover more things.”  
[BL06]

1. Verwende URIs zur Bezeichnung von Objekten
2. Nutze HTTP URIs, damit die Nutzer die Bezeichnungen nachschlagen können
3. Stelle nutzbare Informationen zur Verfügung, falls jemand einen URI nachschlägt, dann werden die Sprachen RDF oder SPARQL genutzt
4. Fügt Verlinkungen zu den dazu gehörenden Informationen mittels anderen URIs an, sodass mehrere Objekte gefunden werden können.

Diese Prinzipien wurden als Basiselement zur Veröffentlichung und Verknüpfung von Daten, die eine Webinfrastruktur verwenden, benutzt. Die Prinzipien orientieren sich an der Architektur und den Standards der Webinfrastruktur. [vgl. BiH09]

Linked Data knüpft an zwei Technologien, die unerlässlich für das Web sind, an: URI und HTTP. Diese sind durch eine weitere Technologie ergänzt, die wichtig für das Daten-Web ist. Hierbei handelt es sich um das RDF. Während HTML der vorhandenen Struktur eine Bedeutung zu geben versucht, damit die Daten vernetzt werden können, modelliert RDF einen Graphen, durch den die Daten im Web verknüpft und verlinkt werden können, siehe 2.4.3.

[vgl. BiH09]

## 4 Vorhandene Webbrowser: Shortipedia und Tabulator Redux

„Shortipedia ist eine Anwendung von MediaWiki und eine erweiterte Open-Source-Software.“[ VrRKG]

„Shortipedia ist eine webbasierte Wissensdatenbank, welche Daten aus dem Semantic Web zusammenführt und durch die Benutzer integrieren lässt, dabei aber die Herkunft der Daten explizit festhält. Die Daten können diverse Standpunkte wiedergeben, solange sie durch Quellen belegt sind. Das Semantic Web wird in Shortipedia zusammengeführt und sichtbar gemacht.“[AIFB]

Semantic MediaWiki ist eine wesentliche Erweiterung in Shortipedia. Es können Metadaten zu den schon vorhandenen Wiki Seiten hinzugefügt und dann ebenfalls aus dem Wiki abgerufen werden. Das System erlaubt den Nutzern Metadaten im Wiki einzufügen, die sowohl für den Leser als auch für die Maschine verständlich und zugänglich sind. Allerdings ist in Shortipedia keine Editierung der Seiten möglich, sondern lediglich eine Editierung der Schnittstellen. Es ist eine Schnittstelle vorhanden von der das Wechseln der Sprachen problemlos erfolgen kann und falls vorhanden, wird ein Wikipedia-Artikel angezeigt. In der Abbildung 9 wird der Wikipediaartikel von KIT angezeigt, der in Shortioedia repräsentiert wird. Shortipedia ermöglicht einen Abgleich mit schon vorhandenen URIs in der Wissensbasis, also in der Datenbank. Durch die Services „sameAs.org“ oder Sindice wird dies überprüft. Falls die gesuchte Information gefunden wurde und nicht in der Datenbank vorhanden ist, wird diese neue Referenz nachträglich integriert.

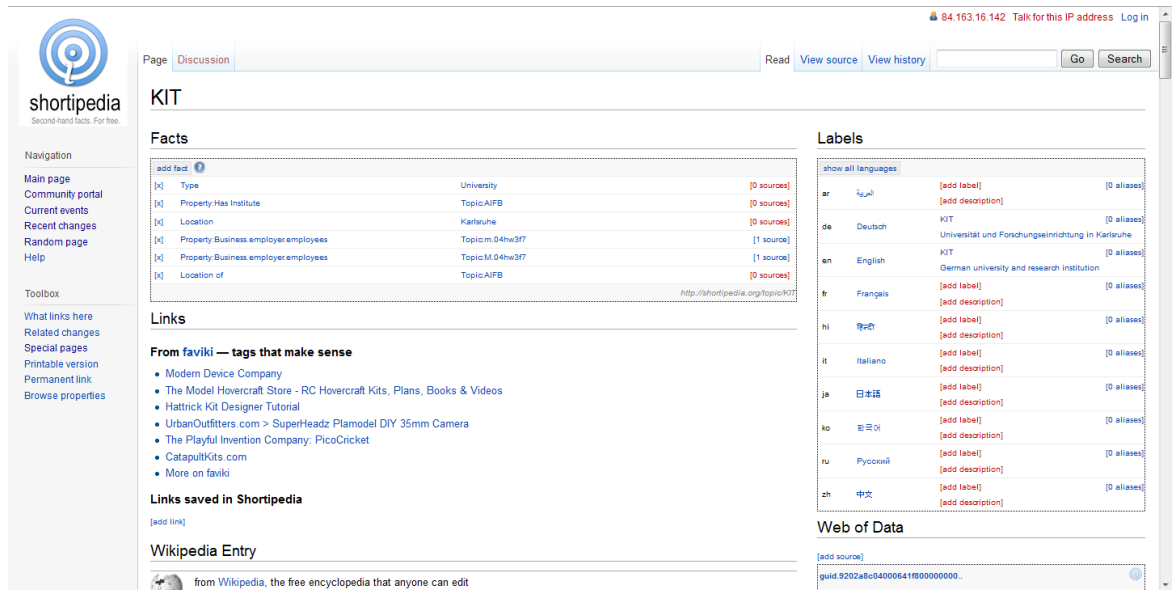


Abbildung 9: Shortipedia-Screenshot [www.shortipedia.org]

Shortipedia besitzt jedoch noch nicht eine solche Erweiterung, die es erlaubt, das Wiki nach bestimmten Informationen abzufragen. Sie beinhaltet unter anderem Artikel von Wikipedia und sucht daraus die Kerninformationen heraus. Diese Informationen werden in einer Tabelle zusammengefasst und bieten somit eine Übersicht über die wichtigsten Daten aus dem Wikipediaartikel. Die „Linked Open Data“ sind für den Nutzer sichtbar und können zu dem Wikivokabular ergänzt werden. Diese Wissensergänzung wird somit dem Wikisystem zugeführt und beinhaltet außerdem den Verweis auf die Originalquelle. [vgl. VrRKG]

Tabulator hat eine ganz eigene Art und Weise, wie es die Dokumente beziehungsweise die Sicht auf die Dokumente dem Nutzer präsentiert. Es beinhaltet zwei entscheidende Aspekte: Zum einen kann der Nutzer die schon vorhandenen Informationen einsehen, zum anderen erfolgt die Ausgabe über die Linked Open Data.

Anfangs wurden Seiten durch „sehen“ und „kopieren“ erstellt, da die Entwicklungen im Semantic Web nicht öffentlich zugänglich waren. Die URIs hatten damals noch nicht den Zweck nützliche Informationen zu beschaffen. Durch Tabulator entwickelte sich eine Möglichkeit, die es erlaubte Informationen jedem User zugänglich zu machen. [vgl. BIHL]

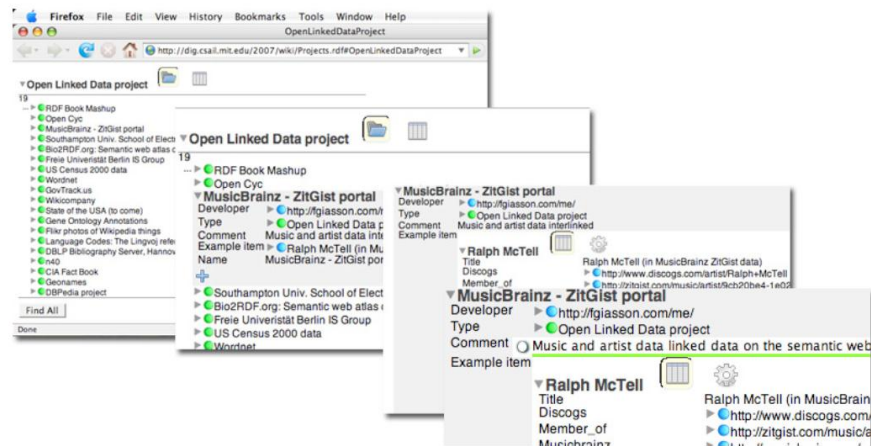


Abbildung 10: Ansicht auf die Baumstruktur von Tabulator Redux [BIHL]

Tabulator war früher als Linked Data Browser konzipiert. Jedoch war er nur dazu gedacht im Netz zu navigieren, das heißt Seiten durch Linked Data zu suchen. Forderungen nach Eigenentwicklungen wurden laut, die nicht nur die Lesbarkeit der Daten, sondern auch die aktive Teilnahme der Nutzer an der Weiterentwicklung ermöglichen sollten.

Es gibt einige Möglichkeiten wie man eine Editierung im Tabulator vornehmen kann. Die Darstellungsart ähnelt einem Graphen, oder besser gesagt einem Baum. Er erzeugt beim Anhängen neuer Dokumente oder beim Einfügen neuer Links Verästelungen, die im Gesamtbild an eine Baumstruktur erinnern. So gesehen existieren dann zu jedem Oberbegriff viele Unteräste.

Eine Möglichkeit ist das Anlegen eines neuen Dialogs. Dazu gibt es ein sogenanntes Kästchen, das mit „New...“ gekennzeichnet ist. Dort wird der gewollte URI des Zieldokumentes eingetragen und für diesen URI einen Name vergeben, der nicht im Dokument vorkommt. Daraus wird nun mit diesem Namen eine neue Objektliste erzeugt und es steht dem Nutzer frei neue Werte und Informationen hinzuzufügen. Der URI ist somit nicht mehr sichtbar und neue Daten zum Thema können vom Nutzer hinzugefügt werden.

Tabulator macht nicht nur eine interne Verknüpfung von Daten möglich, sondern auch einen Zugang zu einem global offenen System über verlinkten Seiten. Das Ziel besteht darin einen Browser zu entwickeln, der eine editierbare Oberfläche hat und ein Wissensgrundstock besitzt, sodass nicht nur ein Nutzer die Möglichkeit

bekommt, die genutzten und gefundenen Informationen zu verwenden, sondern seine Entwicklung den Nutzern im Web ebenfalls zur Verfügung zu stellen. [vgl. BIHL]

## 5 Die Erweiterungen von MediaWiki

Die erste Versionsveröffentlichung von MediaWiki fand im Jahre 2002 statt. MediaWiki war zunächst für die Online Enzyklopädie „Wikipedia“ entworfen worden. Heutzutage ist MediaWiki eine frei verfügbare Verwaltungssoftware, die Inhalte in Form eines Wikis präsentiert. Der Einsatz findet sich zunehmend in der Industrie, wie zum Beispiel für ein Intranet einer Firma.

### 5.1 Das Semantic MediaWiki

Semantic MediaWiki entstand aus der Idee von Tim Berners-Lee, dem Begründer des WWW, heraus. Es ist eine Open-Source Erweiterung des schon vorhandenen MediaWiki. Sie bezieht sich auf die Semantik, dadurch steht die Semantik von Inhalten und deren Repräsentation im Wiki im Vordergrund.

MediaWiki nutzt PHP um die gespeicherten Daten, die in der MySQL Datenbank abgelegt sind, zu verarbeiten und anzuzeigen. Semantic MediaWiki (SMW) erlaubt dem Nutzer die vorhandenen Inhalte in Wiki zu durchsuchen, zu organisieren mit anderen Inhalten in Beziehung zu bringen, zu teilen und nach ihnen zu browsen. Wikis wie Wikipedia beinhalten nur Texte, die nur vom Menschen interpretiert werden können, SWM ermöglicht die Einbeziehung des Semantic Webs und damit maschinenlesbare Informationen. Das ermöglicht eine Suche nach den inhaltlichen, semantischen Aspekten im Wiki und bindet somit das Semantic Web mit ein.

Der entscheidende Vorteil gegenüber MediaWiki ist, dass jede semantische Suche bestimmten Bedingungen unterliegt und Antwort auf die folgenden zwei Fragen gibt:

- „ 1. Welche Seiten sollen ausgewählt werden?  
2. Welche Informationen auf diesen Seiten sollen angezeigt werden?“  
[[http://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Help:Semantische\\_Suche](http://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Help:Semantische_Suche)]

Damit ist eine Übersichtlichkeit für den Nutzer garantiert, denn das was auf der Seite repräsentiert wird, ist schon vorselektiert und erscheint in einer verständlichen und überschaubaren Form.






Die semantischen Daten finden im SMW ihre Anwendung. Sie erleichtern die Wikinutzung und bieten ein breites Spektrum an Nutzungsmöglichkeiten, wie beispielsweise einer Faktenanzeige bis hin zur semantischen Suche an. Diese Ergebnisse können dann auch ins Wiki, in die Wikiseiten eingefügt werden. [vgl. SMW]

## 5.2 Besonderheiten des neuen Browsers

Die neue Faktenanzeige, die eine Art Kasten darstellt und am Ende von Wikiseiten steht, sollte im Rahmen dieser Studienarbeit entstehen. Sie beinhaltet alle eingegebenen semantischen Informationen und fasst diese auf der Seite zusammen. Daran lässt sich leicht erkennen, „ob SMW alle Eingaben wie gewünscht ‚verstanden‘ hat“. [SMW] Die Faktenanzeige gibt einerseits sehr genauen Überblick über die wichtigen Informationen und andererseits führt sie Links zum Finden weiterer Informationen auf. Die Faktenanzeige kann wie bei Shortipedia von Wiki zu Wiki variieren, siehe Kapitel 4.

In der jetzigen Fassung des SMW werden die Informationen der Faktenanzeige in zwei Spalten repräsentiert, was auch für die Erweiterung beibehalten wurde. In der linken Spalte werden die Properties dargestellt, die rechte Seite beinhaltet die zugehörigen Propertywerte. „Der Name von jedem Property ist ein Verweis auf den entsprechenden Artikel zu diesem Property im Wiki, wo zusätzliche Informationen zur Bedeutung und Anwendung zu diesem Property angegeben werden können.“ [SMW] Alle Annotationen, die sich in der Faktenanzeige befinden, bilden Verweise zu den beteiligten Wikiseiten.

Es gibt zwei Symbole im SMW, die auf eine Suche verweisen aber für unterschiedliche Suchmethoden verantwortlich sind. Zum einen gibt es das Symbol „“, das neben jedem Propertywert steht und für die einfache Suche auf der Spezialseite „Special:Search“ steht. Das zweite Symbol „“ bezieht sich auf eine semantische Suche, welche auf der Spezialseite „Browse Wiki“ zu finden ist. Diese besitzt auch Verweise auf die weiterführende Seiten im Wiki, welche sich aber auf der semantischen Ebene befinden [vgl.SMW]. Die Erweiterung der Faktenanzeige mit Einbeziehung des Semantic Webs nutzt diese beiden Sucheigenschaften. Das Symbol für die semantische Suche „“ bezieht sich in der Erweiterung auf die neu entwickelte Spezialseite „Browse Wiki & Semantic Web“, auch Semantic WebBrowser genannt. Diese neue Spezialseite besitzt die gleiche Funktionalität wie „Browse Wiki“ zugleich beinhaltet sie in der Faktbox die „Incoming“- und „Outgoing“ Links. Diese neue Spezialseite wurde unter MediaWiki 1.17.0 entwickelt und für die Installation der neuen Spezialseite müssen die folgenden Zeilen in eigene Mediawiki LocalSettings Datei am Ende eingetragen werden:

```
#Semantic WebBrowser
include_once("$IP/extensions/SemanticWebBrowser/SemanticWebBrowser.php");
```

Im Gegensatz zur neuen Spezialseite „Browse Wiki & Semantic Web“ ermöglicht die vorhandene Spezialseite „Browse Wiki“ nur eine interne Suche innerhalb des Wikis. Die neue Spezialseite identifiziert das Semantic Web, das heißt, dass Verbindungen zu Informationen zum Semantic Web außerhalb des Wikis bestehen und angezeigt werden können. Es werden Verbindungen zwischen Informationen im Wiki und denen aus dem Web analysiert.

„Browse Wiki & Semantic Web“ ist auf die gleiche Weise zu finden wie die Spezialseite „Browse Wiki“ und zwar unter „Special Pages“ – „Semantic MediaWiki“ – „Browse Wiki & Semantic Web“.

Die neue Spezialseite erweitert die Anzeige der Informationen beziehungsweise ermöglicht das Anzeigen semantischer Informationen aus dem Semantic Web mittels „Outgoing“-und „Incoming“-Links, siehe Kapitel 5.5. Die Aufteilung der neuen Faktenanzeige für „Outgoing“ Links besteht aus zwei Spalten, in der Linken stehen die Properties und in der Rechten die Propertywerte, beziehungsweise Objekte. Für die „Incoming“ Links ist die Anzeige umgekehrt, auf der linken Seite stehen die Propertywerte (Objekte) und auf der rechten – die Properties.

In der Abbildung 11 wird ein Artikel mit der Spezialseite „Browse Wiki“ dargestellt. Wie hier zu erkennen ist, wird nur eine Faktenanzeige repräsentiert mit Verlinkungen zu den Informationen, die sich im Wiki befinden.



Abbildung 11: Darstellung des Artikels „Karlsruhe Institute of Technology“

Special page

Browse Wiki & Semantic Web

Karlsruhe Institute of Technology

Modification date
14 September 2011 22:45:28
+ ↻

Equivalent URI
[http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe\\_Institute\\_of\\_Technology](http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe_Institute_of_Technology)
+ ↻

[hide incoming properties that link here](#)

[http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe\\_Institute\\_of\\_Technology](http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe_Institute_of_Technology)

<http://dbpedia.org/ontology/abstract>

Das Karlsruher Institut für Technologie ist ... edem der Gruppe der "Eliteuniversitäten", Karlsruher Institut für Technologie (tidig ... ett av dess ledande forskningsuniversitet. , The Karlsruhe Institute of Technology (KIT ... 6th overall in terms of scientific impact. , Karlsruhen yliopisto on julkinen yliopisto ... , neljä vuotta Avogadron kuoleman jälkeen. , II Karlsruher Institut für Technologie (an ... a Karlsruhe (Forschungszentrum Karlsruhe) , Університет Карлсрує (нем. Universität Kar ... частью Технономического Института Карлсрує , Universität Karlsruhe (TH) er et teknisk universitet i Karlsruhe og medlem av TU 9. Det er Tysklands eldste tekniske universitet. , Karlsruher Institut für Technologie – najs ... elekomunikacji, informatyki oraz ekonomii. , カールスルーエ大学(ーたしうがく, 独. Universität Karlsruhe)は、1825年、ルートヴィヒ1世 (バーデン大公)によって創立されたドイツでは最古の工業大学。 , A Universidade de Karlsruhe (em alemão: Un ... r o Instituto de Tecnologia de Karlsruhe , La Universidad de Karlsruhe (Universität K ... s incluidos 3.764 estudiantes extranjeros. , L'institut de technologie de Karlsruhe (Ka ... rapprocher l'enseignement et la recherche. , 卡尔斯鲁厄理工学院 (德语: Karlsruher Institut für Tech ... 等方面, 属于国家级的大型研究中心, 隶属于德国亥姆霍兹联合会旗下, 拥有雇员3800人。

<http://dbpedia.org/ontology/campus>

[http://dbpedia.org/resource/Urban\\_area](http://dbpedia.org/resource/Urban_area)
+ ↻
, <http://dbpedia.org/resource/Suburb>
+ ↻

<http://dbpedia.org/ontology/city>

<http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe>
+ ↻

<http://dbpedia.org/ontology/country>

<http://dbpedia.org/resource/Germany>
+ ↻

<http://dbpedia.org/ontology/facultySize>

350

<http://dbpedia.org/ontology/foundInDate>

"2009-10-01"^^xsd:date

Abbildung 12: Die Repräsentation der Daten im neuen Browser

Wie oben beschrieben, soll mittels des neuen Browsers die Suche ins Semantic Web ausgegliedert und damit die Funktionalität des Browsers erweitert werden. Um einen Zugriff auf die Informationen im Semantic Web zu bekommen, wurde die Designbibliothek, EasyRDF, eingesetzt. Mittels dieser Bibliothek, die vom W3C zur Verfügung gestellt wird, werden Daten aus dem Semantic Web als Objekte des RDF-Graphen exportiert. Diese Objekte werden auf unserer Spezialseite analysiert und in der Faktenanzeige als „Outgoing“- und „Incoming“- Links angezeigt, siehe Abbildung 12 und Abbildung 14. Damit wird eine Repräsentation der Daten und dessen Informationen aus dem Semantic Web ermöglicht. Diese Bibliothek wurde dazu entwickelt, um eine strukturierte Suche innerhalb der RDF-Graphen Objekte zu ermöglichen. Die Informationsquelle ist entweder eine RDF Datei im Web oder eine SPARQL-Abfrage aus einem Triplestore. [vgl. ER]

## 5.3 Funktionsweise des neuen Browsers

Wie schon in Kapitel 2 erwähnt, ist RDF das Format, das Maschinenlesbarkeit von Daten aus dem Semantic Web ermöglicht. Dabei werden Daten aus dem Semantic Web als Objekte der Klasse RDF-Graph exportiert. Diese Objekte werden von der neuen Spezialseite analysiert und in tabellarischer Form im Wiki abgebildet, vergleiche Abbildung 12.

EasyRDF beinhaltet viele Klassen, die zum Arbeiten mit RDF-Dateien zur Verfügung stehen. Eine entscheidende Klasse zum Laden von RDF-Daten und Erzeugung semantischer Informationen ist die Klasse „RDF-Graph“.

Zum Starten der Suche im Semantic Web mittels der neuen Spezialseite erfolgt nach dem Eintragen des gewünschten Sucheintrags, das Drücken des „Go“-Button. Nun wird die eingegebene Information mittels des RDF-Daten analysiert, das heißt es gibt zwei mögliche Eingaben ins Browserfenster.

Die erste Möglichkeit ist die Eingabe des Namens eines schon im Wiki vorhandenen Artikels. Dabei bildet der Artikelname den Titel der Seite. Da es sich um eine existierende Seite im Wiki handelt, wird der Artikelname in blauer Schrift angezeigt. Dieser Artikel kann auf seiner Seite einen oder mehrere „Equivalent URI“-s haben. Mittels EasyRDF werden RDF-Dateien, welche diese URIs referenzieren, analysiert. Dabei bildet jeder „Equivalent URI“ den Titel der tabellarischen Faktenanzeige mit der zugehörigen Information seiner RDF-Datei, siehe Abbildung 12. Hier wurde der „Equivalent URI“ [http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe\\_Institute\\_of\\_Technology](http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe_Institute_of_Technology) verwendet. Darunter erscheinen die Properties und Objekte in tabellarischer Form. So wird diese Repräsentation der Daten in der Faktenanzeige für jeden „Equivalent URI“ fortgesetzt.

Bei der zweiten Eingabemöglichkeit wird eine URL aus dem Web eingetragen, die keinen Artikel im Wiki besitzt. Dabei bildet die URL den Titel der Seite und wird im Wiki als eine nicht existierende Seite (in roter Schrift) angezeigt. Natürlich kann der Nutzer diese neue URL-Seite als einen Artikel ins Wiki eintragen. Dazu muss diese Seite editiert werden, das heißt es muss der Seite ein Name gegeben und die URL als „Equivalent URI“ eingetragen sein. Dann wird dieser Name des Artikels in der Farbe blau angezeigt.

Die Identifizierung, ob der eingegebene Text ein Artikelname oder ein URI ist, besteht in der Analyse der Eingabe. Eine URL besteht aus fünf Teilen: „Scheme“, „Host“, „Path“, „Query“ und „Fragment“, siehe Abbildung 13

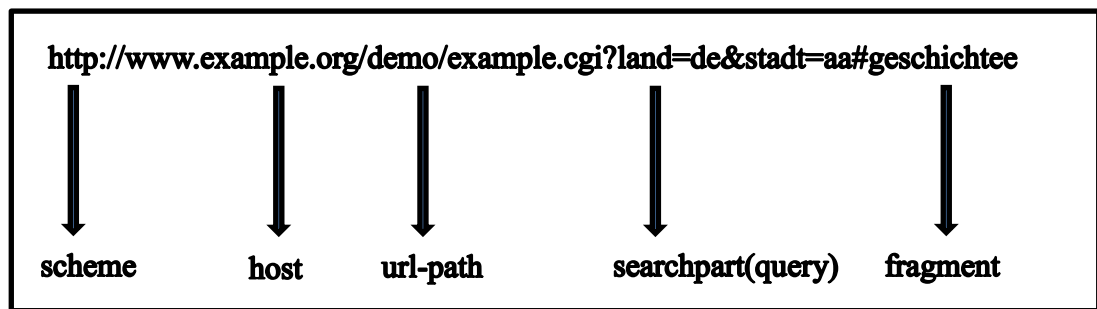


Abbildung 13: Die Bestandteile eines URL[WP]

Scheme bestimmt die technische Methode mit der Ressourcen angesprochen werden. Meistens ist es gleichlautend mit dem Netzwerkprotokoll, das die Ressource lokalisiert.

Unter „Host“ versteht man den Internet-Server, der in Form einer IPv4-Adresse vorliegt.

Eine Datei oder ein Verzeichnis auf dem Server wird durch den URL-path beschrieben.

Nach dem Ressourcenanzeiger kann ein Query-String folgen, Searchpart kann dann von der Serverseite oder Clientseite weiterverarbeitet werden.


Das Fragment referenziert einen Teil der Ressource, abgetrennt durch ein Doppelkreuz. [WP]

So kann die Spezialseite unterscheiden welche Eingabemethode zu welcher Zeit benutzt wird.

## 5.4 Die Vorgehensweise beim Browsen mittels Semantic Web Browser

Gestartet wird die neue Spezialseite mittels „Browse Wiki & Semantic Web“ in der Rubrik „Special Pages“. Es erscheint ein Browserfenster, das eine Suchanfrage erwartet.

Wird in das Browserfenster ein Text eingegeben, so wird anhand des Textes unterschieden welche Eingabe ins Browserfenster erfolgt ist, die Unterscheidung wurde im Kapitel 5.2 erläutert. Die „Equivalent URI“s werden in der neuen Faktenanzeige einzeln mit den dazugehörigen semantischen Informationen dargestellt. Dabei wird anhand jeder „Equivalent URI“ die zugehörige Liste der „Outgoing“ Properties aus der RDF-Datei gelesen und zu jedem Property eine Liste der zugehörigen Objekte in der Faktenanzeige dargestellt, siehe Abbildung 12. Eine Property kann viele Objekte haben und alle werden angezeigt. Die Information, die in der Faktenanzeige erscheint, beinhaltet neben normalem Text auch Links, die sowohl zu den angelegten Artikeln im Wiki führen können als auch zu einer externen Seite aus dem Semantic Web. Solche Links werden als „Outgoing“ Links bezeichnet, eine nähere Erläuterung findet sich im Kapitel 5.5.

Die Darstellung dieser „Outgoing“ Links war die erste Aufgabe der Studienarbeit und erfolgte mittels der Designbibliothek EasyRDF und der RDF-Dateien. Anhand der nun abgebildeten Informationen in der Faktenanzeige kann der Nutzer mittels des semantischen Browsersymbols  weiter im Wiki gebrowen. Somit wird ein Netz an zusammenhängenden Informationen im eigenen Wiki erzeugt und somit das Semantic Web in der Beschaffung zusammenhängender Informationen ins Wiki integriert.

Die Links, die auf eine existierende Seite im Wiki referenzieren, werden durch einen blauen Link dargestellt. Im Gegenzug wird ein Link von einer nicht existierenden Seite im Wiki durch einen roten Link dargestellt. Diese Seiten können nacheditiert werden, das heißt der Nutzer kann eine Seite für diesen nicht vorhandenen Artikel anlegen.

## 5.5 Incoming & Outgoing Links

Ab und an ist es interessant zu erfahren, woher der eingegebene URI oder URL stammt oder auf welche Seiten von ihm aus weiterverlinkt wird. Im Semantic Web wird zwischen „Outgoing“-und „Incoming“-Links unterschieden. Dabei bezeichnen die „Outgoing“-Links die Seiten, die von der aktuellen Seite auf andere Seiten verlinken. Es handelt sich dabei um weiterführende Links (ausgehende Verbindungen). Diese lassen sich leicht bestimmen. Würde die Seite aufgerufen werden, so könnten die Links einfach gezählt werden. Die „Outgoing“-Links ist die Menge der vorhandenen Links auf der Seite. [vgl. Pe08, S.325]

Die sogenannten „Incoming“-Links hingegen führen von anderen Seiten. Ein Beispiel der „Incoming“-Links des Artikels „Karlsruhe Institute of Technology“ ist auf der Abbildung 14 zu sehen.

<a href="http://dbpedia.org/resource/CORSIKA">http://dbpedia.org/resource/CORSIKA</a> + ⓘ	<a href="http://dbpedia.org/property/author">http://dbpedia.org/property/author</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Sather">http://dbpedia.org/resource/Sather</a> + ⓘ, <a href="http://dbpedia.org/resource/KeY">http://dbpedia.org/resource/KeY</a> + ⓘ	<a href="http://dbpedia.org/property/developer">http://dbpedia.org/property/developer</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Klaus_Tschira">http://dbpedia.org/resource/Klaus_Tschira</a> + ⓘ, <a href="http://dbpedia.org/resource/Karl_Benz">http://dbpedia.org/resource/Karl_Benz</a> + ⓘ	<a href="http://dbpedia.org/property/education">http://dbpedia.org/property/education</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hermann_Staudinger">http://dbpedia.org/resource/Hermann_Staudinger</a> + ⓘ	<a href="http://dbpedia.org/property/workInstitution">http://dbpedia.org/property/workInstitution</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Theodor_Rehbock">http://dbpedia.org/resource/Theodor_Rehbock</a> + ⓘ, <a href="http://dbpedia.org/resource/Dieter_Seebach">http://dbpedia.org/resource/Dieter_Seebach</a> + ⓘ, <a href="http://dbpedia.org/resource/Max_Trautz">http://dbpedia.org/resource/Max_Trautz</a> + ⓘ, <a href="http://dbpedia.org/resource/Klaus_Dittrich">http://dbpedia.org/resource/Klaus_Dittrich</a> + ⓘ, <a href="http://dbpedia.org/resource/Jochen_Liedtke">http://dbpedia.org/resource/Jochen_Liedtke</a> + ⓘ, <a href="http://dbpedia.org/resource/Alfred_Stock">http://dbpedia.org/resource/Alfred_Stock</a> + ⓘ	<a href="http://dbpedia.org/property/workInstitutions">http://dbpedia.org/property/workInstitutions</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Fritz_Haber">http://dbpedia.org/resource/Fritz_Haber</a> + ⓘ, <a href="http://dbpedia.org/resource/Karl_Ferdinand_Braun">http://dbpedia.org/resource/Karl_Ferdinand_Braun</a> + ⓘ	<a href="http://dbpedia.org/property/workplaces">http://dbpedia.org/property/workplaces</a>
<a href="#">Karlsruhe Institute of Technology</a> + ⓘ, <a href="http://www4.wiwiwiss.fu-berlin.de/flickrwrappi/photos/Karlsruhe%20Institute%20of%20Technology">http://www4.wiwiwiss.fu-berlin.de/flickrwrappi/photos/Karlsruhe Institute of Technology</a> + ⓘ, <a href="http://mpi.de/yago/resource/Karlsruhe_Institute_of_Technology">http://mpi.de/yago/resource/Karlsruhe Institute of Technology</a> + ⓘ	<a href="http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs">http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs</a>
<a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Karlsruhe_Institute_of_Technology">http://en.wikipedia.org/wiki/Karlsruhe Institute of Technology</a> + ⓘ	<a href="http://xmlns.com/foaf/0.1/primaryTopic">http://xmlns.com/foaf/0.1/primaryTopic</a>

Enter the name of the page to start semantic browsing from.  
Karlsruhe Institute of Tec

Abbildung 14: „Incoming“-Links der Seite „Karlsruhe Institute of Technology“

Bei den „Incoming“-Links ist es erheblich schwieriger diese zu bestimmen. Um diese zu ermitteln müsste das gesamte Semantic Web durchforstet werden. Hierzu wird wieder nach Triples „Subject“, „Property“ und „Object“ gesucht, wo das Objekt eine Referenz auf unsere Seite darstellt. „Incoming“-Links werden genauso wie die „Outgoing“-Links in tabellarischer Form dargestellt, dabei sind auf der linken Seite die Subjekte (Links auf die Seiten, die auf uns referenzieren) und auf der rechten Seite die Properties dargestellt. Eine Property kann ein oder mehrere Subjekte haben, alle werden angezeigt. „Incoming“-Links werden auch als eingehende Verbindungen bezeichnet.

Wenn ein angezeigtes Subjekt oder Property oder Objekt in der Faktenanzeige ist ein „Equivalent URI“ von einer Seite im Wiki, so wird anstatt des Links der Artikelname



der Wikiseite angezeigt, siehe Abbildung 15. Der grüne Pfeil zeigt auf ein Property, der eine Referenz der Wikiseite „Maker“ repräsentiert. Der gelbe Pfeil weist auf ein Subjekt, das eine Referenz auf die Wikiseite „Tim Berners-Lee“ ist.

<a href="http://xmlns.com/foaf/0.1/title">http://xmlns.com/foaf/0.1/title</a>	Sir
<a href="http://xmlns.com/foaf/0.1/weblog">http://xmlns.com/foaf/0.1/weblog</a>	<a href="http://dig.csail.mit.edu/breadcrumbs/blog/4">http://dig.csail.mit.edu/breadcrumbs/blog/4</a> +
<a href="http://xmlns.com/foaf/0.1/workplaceHomepage">http://xmlns.com/foaf/0.1/workplaceHomepage</a>	<a href="http://www.w3.org/">http://www.w3.org/</a> +
<a href="#">hide incoming properties that link here</a>	
<a href="http://www.w3.org/DesignIssues/Overview.html">http://www.w3.org/DesignIssues/Overview.html</a> +  , <a href="http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card">http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card</a> +  , <a href="http://dig.csail.mit.edu/2007/01/camp/data#course">http://dig.csail.mit.edu/2007/01/camp/data#course</a> +  , <a href="http://dig.csail.mit.edu/2008/webdav/timbl/foaf.rdf">http://dig.csail.mit.edu/2008/webdav/timbl/foaf.rdf</a> +  , <a href="http://dig.csail.mit.edu/breadcrumbs/blog/4">http://dig.csail.mit.edu/breadcrumbs/blog/4</a> +  , <a href="http://www.w3.org/2011/Talks/0331-hyderabad-tbl/data#talk">http://www.w3.org/2011/Talks/0331-hyderabad-tbl/data#talk</a> +	<b>Maker</b>
<a href="http://www4.wiwiwss.fu-berlin.de/booksMeshup/books/006251587X">http://www4.wiwiwss.fu-berlin.de/booksMeshup/books/006251587X</a> +	<a href="http://purl.org/dc/elements/1.1/creator">http://purl.org/dc/elements/1.1/creator</a>
<a href="http://dig.csail.mit.edu/2005/ajar/ajaw/data#Tabulator">http://dig.csail.mit.edu/2005/ajar/ajaw/data#Tabulator</a> +  , <a href="http://www.w3.org/2000/10/swap/data#Cwm">http://www.w3.org/2000/10/swap/data#Cwm</a> +	<a href="http://usefulinc.com/ns/doap#developer">http://usefulinc.com/ns/doap#developer</a>
<a href="http://wiki.ontoworld.org/index.php/IRW2006">http://wiki.ontoworld.org/index.php/IRW2006</a> +  , <a href="http://www.ecs.soton.ac.uk/~d2/dlstuf/www2006_data#panel-panelk01">http://www.ecs.soton.ac.uk/~d2/dlstuf/www2006_data#panel-panelk01</a> +	<a href="http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#participant">http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#participant</a>
 <a href="#">Tim Berners-Lee</a> +	<a href="http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#preferredURI">http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#preferredURI</a>
<a href="http://dig.csail.mit.edu/data#DIG">http://dig.csail.mit.edu/data#DIG</a> +  , <a href="http://www.w3.org/data#W3C">http://www.w3.org/data#W3C</a> +	<a href="http://xmlns.com/foaf/0.1/member">http://xmlns.com/foaf/0.1/member</a>
<a href="http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card">http://www.w3.org/People/Berners-Lee/card</a> +  , <a href="http://dig.csail.mit.edu/2008/webdav/timbl/foaf.rdf">http://dig.csail.mit.edu/2008/webdav/timbl/foaf.rdf</a> +	<a href="http://xmlns.com/foaf/0.1/primaryTopic">http://xmlns.com/foaf/0.1/primaryTopic</a>
<small>Attribut: <a href="http://xmlns.com/foaf/0.1/primaryTopic">http://xmlns.com/foaf/0.1/primaryTopic</a> (page does not e</small>	

Abbildung 15: Property und Subjekt mit Referenz auf einen Artikel im Wiki

Dabei wird durch die Spezialseite „Browse Wiki & Semantic Web“ ein Netz, mit dem die gesamte Informationsvielfalt stets überschaubar bleibt und das Suchen bestimmter Informationen stets aktuell ist, präsentiert. Es lässt sich leicht im Wiki mit Hilfe der „Outgoing“- und „Incoming“-Links navigieren. Somit ist dies ein großer Vorteil gegenüber normalen Suchmaschinen, bei den sich meistens schon nach der vierten Seite die Spur zu der Ausgangsseite verliert. Das kann mit Hilfe des Semantic Web nicht passieren, der Nutzer weiß immer von wo er auf die aktuelle Seite gekommen ist, dargestellt durch die „Incoming“-Links und wohin er weiterbrowsen kann. Von den weiterführenden Links, findet er auch wieder zu seiner Seite zurück woher er kam, denn diese werden als „Outgoing“-Links angezeigt. Somit ist ein sicheres Browsen innerhalb des Semantic Webs gewährleistet.

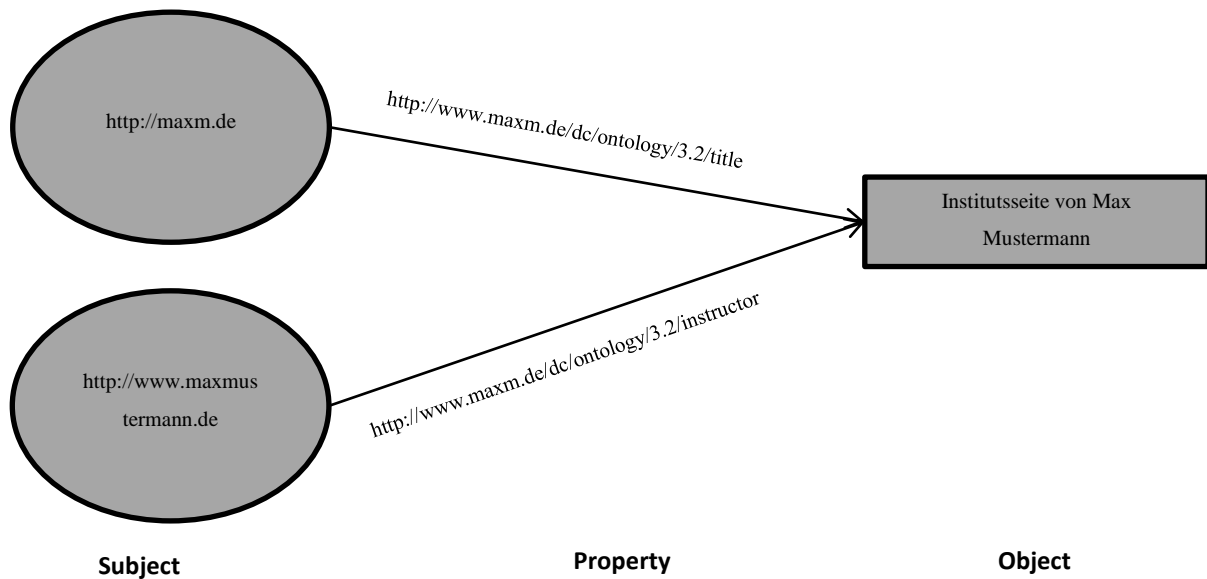


Abbildung 16: Der inverse RDF-Graph für die Incoming Links

Die eingehenden Verbindungen können im RDF-Graphen als eine Inversion des normalen RDF-Graphen angesehen werden. Anhand des normalen RDF-Graphen für die ausgehenden Links können ebenso die eingehenden Links bestimmt werden. Die Darstellung in der Faktenanzeige ist ähnlich wie bei „Outgoing“-Links, bloß, dass die Properties im rechten Teil der Anzeige stehen und die Subjekte im linken Teil. Durch die Methode „dump“ in der Klasse Graph kann man die gesamte RDF-Datenstruktur anzeigen lassen, siehe Abbildung 17. Dump zeigt alle Subjekte, Properties und Objekte, die sich auf der Seite als „Equivalent URI“s, „Outgoing“ und „Incoming“-Links befinden. Wie hier zu erkennen ist, zeigt „dump“ die gesamte Information, die sich in der RDF-Datei befindet, an. Der grün dargestellte Text in „dump“ stellt die Properties auf der Seite dar, die auf der linken Seite in roter Schrift stehen. Die Objekte, welche als „Outgoing“-Links zu sehen sind, werden im „dump“ direkt hinter den grünfarbenen Properties angezeigt. Diese erscheinen auf der rechten Seite in blau. Die bunten Pfeile auf der Abbildung 17 symbolisieren den Zusammenhang von Properties und Objekten in „dump“ und auf der Seite.

## Die Erweiterungen von MediaWiki

<div>→ rdf:type → <a href="http://umbel.org/umbel/rc/University">http://umbel.org/umbel/rc/University</a>, <a href="http://dbpedia.org/ontology/University">http://dbpedia.org/ontology/University</a>, <a href="http://schema.org/CollegeOrUniversity">http://schema.org/CollegeOrUniversity</a>, <a href="http://dbpedia.org/class/yago/MultidisciplinaryResearchInstitutes">http://dbpedia.org/class/yago/MultidisciplinaryResearchInstitutes</a>, <a href="http://umbel.org/umbel/rc/EducationalOrganization">http://umbel.org/umbel/rc/EducationalOrganization</a>, <a href="http://dbpedia.org/ontology/EducationalInstitution">http://dbpedia.org/ontology/EducationalInstitution</a>, <a href="http://dbpedia.org/class/yago/University108286163">http://dbpedia.org/class/yago/University108286163</a>, <a href="http://dbpedia.org/ontology/Organisation">http://dbpedia.org/ontology/Organisation</a>, <a href="http://dbpedia.org/class/yago/EduCAtionalInstitutionsEstablishedIn1825">http://dbpedia.org/class/yago/EduCAtionalInstitutionsEstablishedIn1825</a>, <a href="http://dbpedia.org/class/yago/EduCAtionalInstitutionsEstablishedIn2009">http://dbpedia.org/class/yago/EduCAtionalInstitutionsEstablishedIn2009</a>, <a href="http://umbel.org/umbel/rc/Organization">http://umbel.org/umbel/rc/Organization</a>, <a href="http://dbpedia.org/class/yago/UniversitiesAndCollegesInGermany">http://dbpedia.org/class/yago/UniversitiesAndCollegesInGermany</a>, <a href="http://dbpedia.org/class/yago/TechnicalUniversitiesAndColleges">http://dbpedia.org/class/yago/TechnicalUniversitiesAndColleges</a>, <a href="http://schema.org/Organization">http://schema.org/Organization</a>, <a href="http://schema.org/EducationalOrganization">http://schema.org/EducationalOrganization</a>, owl:Thing, <a href="http://www.openis.net/gml/Feature">http://www.openis.net/gml/Feature</a>, <a href="http://dbpedia.org/class/yago/ResearchInstitutesInGermany">http://dbpedia.org/class/yago/ResearchInstitutesInGermany</a></div> <div>→ foaf:name → "Karlsruhe Institute of Technology"@en, "Karlsruher Institut für Technologie"@en</div> <div>→ http://dbpedia.org/ontology/numberOfStudents → "20400"^^xsd:integer</div> <div>→ dc:subject → <a href="http://dbpedia.org/resource/Category:Multidisciplinary_research_institutes">http://dbpedia.org/resource/Category:Multidisciplinary_research_institutes</a>, <a href="http://dbpedia.org/resource/Category:Educational_institutions_established_in_2009">http://dbpedia.org/resource/Category:Educational_institutions_established_in_2009</a>, <a href="http://dbpedia.org/resource/Category:Technical_universities_and_colleges">http://dbpedia.org/resource/Category:Technical_universities_and_colleges</a>, <a href="http://dbpedia.org/resource/Category:Karlsruhe_Institute_of_Technology">http://dbpedia.org/resource/Category:Karlsruhe_Institute_of_Technology</a>, <a href="http://dbpedia.org/resource/Category:Research_institutes_in_Germany">http://dbpedia.org/resource/Category:Research_institutes_in_Germany</a>, <a href="http://dbpedia.org/resource/Category:Universities_and_colleges_in_Germany">http://dbpedia.org/resource/Category:Universities_and_colleges_in_Germany</a>, <a href="http://dbpedia.org/resource/Category:Karlsruhe">http://dbpedia.org/resource/Category:Karlsruhe</a>, <a href="http://dbpedia.org/resource/Category:Educational_institutions_established_in_1825">http://dbpedia.org/resource/Category:Educational_institutions_established_in_1825</a></div> <div>→ http://dbpedia.org/property/students → "20400"^^xsd:int</div> <div>→ geo:long → "8.411666870117188"^^xsd:float</div> <div>→ http://dbpedia.org/property/staff → "8000"^^xsd:int</div> <div>→ geo:lat → "49.00944519042969"^^xsd:float</div> <div>→ http://dbpedia.org/ontology/country → <a href="http://dbpedia.org/resource/Germany">http://dbpedia.org/resource/Germany</a></div> <div>→ http://dbpedia.org/property/budget → "2.5452E12"^^</div> <div>→ http://dbpedia.org/property/state → <a href="http://dbpedia.org/resource/Baden-W%C3%BCrttemberg">http://dbpedia.org/resource/Baden-W%C3%BCrttemberg</a></div> <div>→ foaf:depiction → <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/Fridericana_audimax.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/Fridericana_audimax.jpg</a></div> <div>→ foaf:homepage → <a href="http://www.kit.edu/english/">http://www.kit.edu/english/</a></div> <div>→ http://www.georss.org/georss/point → "49.00944444444445 8.411666666666667"@en</div> <div>→ http://dbpedia.org/property/city → "20"^^xsd:int</div> <div>→ http://dbpedia.org/property/established → "1"^^xsd:int</div> <div>→ http://dbpedia.org/ontology/type → <a href="http://dbpedia.org/resource/Public_university">http://dbpedia.org/resource/Public_university</a></div> <div>→ http://dbpedia.org/property/name → "Karlsruhe Institute of Technology"@en</div> <div>→ http://dbpedia.org/property/faculty → "350"^^xsd:int</div> <div>→ http://dbpedia.org/property/website → <a href="http://www.kit.edu/english/">http://www.kit.edu/english/</a></div> <div>→ http://dbpedia.org/property/wikiPageUsesTemplate → <a href="http://dbpedia.org/resource/Template:Infobox_university">http://dbpedia.org/resource/Template:Infobox_university</a></div> <div>→ http://dbpedia.org/property/campus → "Urban/Suburban"@en</div> <div>→ http://dbpedia.org/ontology/president → <a href="http://dbpedia.org/resource/Horst_Hippler">http://dbpedia.org/resource/Horst_Hippler</a></div> <div>→ geo:geometry → "POINT(8.41167 49.0094)"^^</div> <div>→ http://dbpedia.org/property/type → <a href="http://dbpedia.org/resource/Public_university">http://dbpedia.org/resource/Public_university</a></div> <div>→ http://dbpedia.org/ontology/state → <a href="http://dbpedia.org/resource/Baden-W%C3%BCrttemberg">http://dbpedia.org/resource/Baden-W%C3%BCrttemberg</a></div> <div>→ http://dbpedia.org/ontology/city → <a href="http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe">http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe</a></div> <div>→ http://dbpedia.org/property/president → "Horst Hippler, Eberhard Umbach"@en</div> <div>→ http://dbpedia.org/ontology/foundingDate → "2009-10-01"^^xsd:date</div>	
<div>http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe_Institute_of_Technology</div> <div><div>http://dbpedia.org/ontology/abstract</div><div>Das Karlsruher Institut für Technologie ist ... edern der Gruppe der "Eliteuniversitäten". , Karlsruher Institut für Technologie (tidig ... ett av dess ledande forskningsuniversitet. , The Karlsruhe Institute of Technology (KIT ... 6th overall in terms of scientific impact. , Karlsruhen yliopisto on julkinen yliopisto ... , neljä vuotta Avogadron kuoleman jälkeen. , Il Karlsruher Institut für Technologie (an ... a Karlsruhe (Forschungszentrum Karlsruhe). , Университет Карлсруа (нем. Universität Kar ... частью Технологического Института Карлсруа , Universität Karlsruhe (TH) er et teknisk universitet i Karlsruhe og medlem av TU 9. Det er Tysklands eldste tekniske universitet. , Karlsruher Institut für Technologie – najs ... elekomunikacji, informatyki oraz ekonomii. , カールスルーエ大学(ーがさいぐ、独: Universität Karlsruhe)は、1825年、ルートヴィヒ1世(バーデン大公)によって創立されたドイツでは最古の工業大学。 , A Universidade de Karlsruhe (em alemão: Un ... r o Instituto de Tecnologia de Karlsruhe , La Universidad de Karlsruhe (Universität K ... s incluidos 3.764 estudiantes extranjeros. , L'Institut de technologie de Karlsruhe (Ka ... rapprocher l'enseignement et la recherche. , カルスルー理工学院 (德语: Karlsruher Institut für Tech ... 等方面。 属于国家级的大型研究中心。 隶属于德国亥姆霍兹联合会旗下, 拥有雇员3800人。</div></div>	
http://dbpedia.org/ontology/campus	<a href="http://dbpedia.org/resource/Urban_area">http://dbpedia.org/resource/Urban_area</a> + ⓘ , <a href="http://dbpedia.org/resource/Suburb">http://dbpedia.org/resource/Suburb</a> + ⓘ
http://dbpedia.org/ontology/city	<a href="http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe">http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe</a> + ⓘ
http://dbpedia.org/ontology/country	<a href="http://dbpedia.org/resource/Germany">http://dbpedia.org/resource/Germany</a> + ⓘ
http://dbpedia.org/ontology/facultySize	350
http://dbpedia.org/ontology/foundingDate	"2009-10-01"^^xsd:date
http://dbpedia.org/ontology/numberOfStudents	20400
http://dbpedia.org/ontology/president	<a href="http://dbpedia.org/resource/Horst_Hippler">http://dbpedia.org/resource/Horst_Hippler</a> + ⓘ
http://dbpedia.org/ontology/staff	8000
http://dbpedia.org/ontology/state	<a href="http://dbpedia.org/resource/Baden-W%C3%BCrttemberg">http://dbpedia.org/resource/Baden-W%C3%BCrttemberg</a> + ⓘ
http://dbpedia.org/ontology/thumbnail	<a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2c/Fridericana_audimax.jpg/200px-Fridericana_audimax.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2c/Fridericana_audimax.jpg/200px-Fridericana_audimax.jpg</a> + ⓘ

Abbildung 17: Druckversion des Graphen mittels Funktion „dump“

## 5.6 Neues in der ToolBox

Semantic MediaWiki beinhaltet auf ihrer Hauptseite drei Menüleisten „Navigation“, „Search“ und die „Toolbox“. „Navigation“ bietet eine schnelle Übersicht über das Wiki, so dass der Nutzer letzte Änderungen „Recent changes“, die im Wiki gemacht wurden, einsehen oder die momentane Ereignisse „current events“ überblicken kann, siehe Abbildung 18.

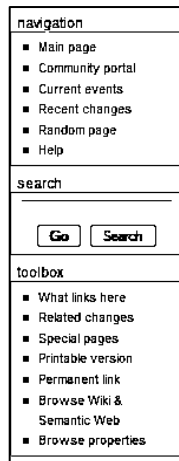


Abbildung 18: Navigation, Search und Toolbox

Die Toolbox bietet eine Übersicht der Schnellzugriffe auf verschiedene Seiten und Spezialseiten im SMW, wie zum Beispiel „Special pages“ und „Browse Properties“ und jetzt auch auf die Spezialseite „Browse Wiki & Semantic Web“.

Möchte der Nutzer direkt auf die Spezialseite „Browse Wiki & Semantic Web“ gelangen, so kann er dies durch den Schnellzugriff in der Toolbox unter „Browse Wiki & Semantic Web“ tun. Befindet sich der Nutzer auf einer Seite und möchte wissen welche Informationen sich im Semantic Web für diese Seite befinden, so kann er den Schnellzugriff auf diese Spezialseite nutzen, um so zu Informationen zu gelangen, die sich auf der Seite befinden. Eine Übersicht der Information über alle „Outgoing“- und „Incoming“- Links lässt sich schnell abrufen und erspart dem Nutzer viel Zeit beim Browsen, wenn er den Schnellzugriff nicht nutzen sollte.

## 5.7 Hide & Show incoming Properties

Interessieren den Nutzer lediglich die „Outgoing“ Links, so gibt es die Option nur diese auf der Seite anzeigen zu lassen. Diese Option wird als „*hide incoming properties that link here*“ bezeichnet und blendet alle „Incoming“ Links aus, siehe Abbildung 18. Falls der Nutzer wünscht die „Incoming“ Links wieder anzeigen zu lassen, so kann er diese Option wieder rückgängig machen, durch „*show incoming properties that link here*“ , siehe Abbildung 19: Incoming Links vor dem Ausblenden. Damit ist dem Nutzer die Darstellung der gewünschten Information auf der Seite freigestellt.

# Die Erweiterungen von MediaWiki

<a href="#">http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#long</a>	8.411666870117188
<a href="#">http://xmins.com/foaf/0.1/depiction</a>	<a href="#">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/Fridericana_audimax.jpg</a> + <a href="#">ⓘ</a>
<a href="#">http://xmins.com/foaf/0.1/homepage</a>	<a href="#">http://www.kit.edu/english/</a> + <a href="#">ⓘ</a>
<a href="#">http://xmins.com/foaf/0.1/name</a>	Karlsruhe Institute of Technology , Karlsruher Institut für Technologie
<a href="#">http://xmins.com/foaf/0.1/page</a>	<a href="#">http://en.wikipedia.org/wiki/Karlsruhe_Institute_of_Technology</a> + <a href="#">ⓘ</a>
hide incoming properties that link here	
	<a href="#">http://dbpedia.org/resource/CORSIKA</a> + <a href="#">ⓘ</a>
	<a href="#">http://dbpedia.org/ontology/author</a>
	<a href="#">http://dbpedia.org/resource/Sather</a> + <a href="#">ⓘ</a> , <a href="#">http://dbpedia.org/resource/KeY</a> + <a href="#">ⓘ</a>
	<a href="#">http://dbpedia.org/ontology/developer</a>
	<a href="#">http://dbpedia.org/resource/Klaus_Tschira</a> + <a href="#">ⓘ</a>
	<a href="#">http://dbpedia.org/ontology/education</a>
	<a href="#">http://dbpedia.org/resource/SOA4All</a> + <a href="#">ⓘ</a>
	<a href="#">http://dbpedia.org/ontology/projectParticipant</a>

Abbildung 19: Incoming Links vor dem Ausblenden

	(em alemão: Un ... r o Instituto de Tecnologia de Karlsruhe , Il Karlsruher Institut für Technologie (an ... a Karlsruhe (Forschungszentrum Karlsruhe) , The Karlsruhe Institute of Technology (KIT ... the Kernforschungszentrum Karlsruhe (KKZ) , カルスルー工科大学 (德语:Karlsruher Institut für Tech ... 等方面, 属于国家级的大型研究中心, 隶属于德国亥姆霍兹联合会旗下, 拥有雇员3800人。 , Karlsruher Institut für Technologie (tidig ... ett av dess ledande forskningsuniversitet , L'Institut de technologie de Karlsruhe (Ka ... rapprocher l'enseignement et la recherche , Universität Karlsruhe (TH) er et teknisk universitet i Karlsruhe og medlem av TU 9. Det er Tysklands eldste tekniske universitet , Университет Карлсруэ (нем. Universität Kar ... частью Техноногического Института Карлсруэ
<a href="#">http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label</a>	Karlsruhen yliopisto , Karlsruher Institut für Technologie , Karlsruhe Institute of Technology , Institut de technologie de Karlsruhe , Университет Карлсруэ , Universidade de Karlsruhe , カルスルー工科大学 , カールスルーエ大学 , Det tekniske universitetet i Karlsruhe , Universidad de Karlsruhe
<a href="#">http://www.w3.org/2002/07/owl#sameAs</a>	Karlsruhe Institute of Technology + <a href="#">ⓘ</a> , <a href="#">http://rdf.freebase.com/ns/m/0fhr05</a> + <a href="#">ⓘ</a>
<a href="#">http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#geometry</a>	POINT(8.41167 49.0094)
<a href="#">http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#lat</a>	49.00944519042969
<a href="#">http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#long</a>	8.411666870117188
<a href="#">http://xmins.com/foaf/0.1/depiction</a>	<a href="#">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/Fridericana_audimax.jpg</a> + <a href="#">ⓘ</a>
<a href="#">http://xmins.com/foaf/0.1/homepage</a>	<a href="#">http://www.kit.edu/english/</a> + <a href="#">ⓘ</a>
<a href="#">http://xmins.com/foaf/0.1/name</a>	Karlsruhe Institute of Technology , Karlsruher Institut für Technologie
<a href="#">http://xmins.com/foaf/0.1/page</a>	<a href="#">http://en.wikipedia.org/wiki/Karlsruhe_Institute_of_Technology</a> + <a href="#">ⓘ</a>
show incoming properties that link here	
Enter the name of the page to start semantic browsing from. Karlsruhe Institute of Tec <input type="text"/> <input type="button" value="Go"/>	

Abbildung 20: Incoming Links nach dem Ausblenden

## 5.8 Vergleich Shortipedia und Semantic Web Browser

Der neue Browser des Semantic Webs bietet erhebliche bessere Darstellung und Fülle an Informationen als Shortipedia. Die Informationen, die im neuen Browser „Browse Wiki & Semantic Web“ repräsentiert werden sind umfangreicher und spezifizieren die Suchanfrage genauer, denn in der Faktenanzeige bekommt der Nutzer die gesamte Informationszusammenfassung der benötigten Anfrage auf einen Blick dargestellt. Das ermöglicht ein besseres Navigieren im Wiki durch die aufgezeigten „Outgoing“- und „Incoming“-Links siehe Abbildung 12 und Abbildung 14. Shortipedia dagegen beinhaltet, wie schon im Kapitel 4 beschrieben, nur die Repräsentation des vorhandenen Artikels im Wiki mit einer Erweiterung der Seite mittels des Wikipediaartikels, siehe Abbildung 9. Dadurch lässt Shortipedia wenig Darstellung der Informationen des Semantic Webs zu und ist für eine derartige Suche wie die des „Browse Wiki & Semantic Web“ ungeeignet.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Studienarbeit sollte ein semantischer Webbrowser entwickelt werden, der mittels der Designbibliothek EasyRDF das Semantic Web durchsucht und die gefundenen Informationen in einer neuen Faktbox durch „Outgoing“ – oder „Incoming“ Links repräsentiert.

Damit diese Informationen im Wiki repräsentiert werden können, musste zuerst eine neue Faktbox entwickelt werden. Sie sollte die Informationen in tabellarischer Form darstellen, wobei auf der linken Seite die Properties und auf der rechten die Propertywerte stehen. Die Propertywerte sind meistens Links, die aus dem Wiki ins Semantic Web führen. Durch Anklicken eines Links erhält der Nutzer externe Informationen, welche auf einer internen Seite im Wiki angezeigt werden. Somit wird ein Netz von Informationen aus dem Semantic Web erzeugt, die sich alle im eigenen Wiki browsen lassen. Der Nutzer sieht auf einen Blick welche weiterführenden Links es auf seiner Seite gibt und kann sich somit von Link zu Link bewegen. Zudem sollten auch die eingehenden Verbindungen („Incoming“ Links) im unteren Drittel der Faktbox erscheinen und dem Nutzer den Ursprung seiner gesuchten Information darzubieten. Hier erhält er die Möglichkeit auf die Ursprungsquelle zurückzugreifen, indem er dem „Incoming“ Link folgt. Auch bei dieser Möglichkeit verlässt der Nutzer das Wiki nicht. Besteht seitens des Nutzers nur ein Interesse an den ausgehenden Links, so hat er die Möglichkeit die Ansicht auf der Seite zu ändern, indem er die ausgehenden Links ausblendet. Die dafür vorhandene Option wurde ebenfalls im Rahmen dieser Studienarbeit erstellt. Außerdem besteht ein Schnellzugriff auf die semantische Suche in der Toolbox im Wiki. Diese heißt „Browse Wiki & Semantic Web“ und hat den entscheidenden Vorteil, dass jede existierende Seite des Wikis im Format von „Browse Wiki & Semantic Web“ dargestellt werden kann. Von dieser aus kann dann beliebig weiter gebrowst werden. Der Nutzer bekommt alle semantischen Informationen, die diese Seite betreffen, aus dem Semantic Web angezeigt.

Eine Weiterentwicklung des semantischen Webbrowsers könnte dahin gehen, dass eine neue Seite, mittels des Doppelklicks auf die Property oder den Propertywert, im



Wiki erstellt werden könnte, ohne die Seite selber editieren zu müssen. Das würde heißen, es erscheint ein Fenster in das der Nutzer den Namen der Seite einträgt. Automatisch wird dann der Link der Property oder des Propertywertes als „Equivalent URI“ auf der Seite eingetragen.

Ein Nachteil des jetzigen Browsers ist die nicht Lesbarkeit von allen RDF-Formaten. Momentan ist es nur auf das eine RDF-Format zugeschnitten und kann das RDFa- und das XML-Format nicht erkennen und verarbeiten. Eine Erweiterung des Browsers um diese Formate wäre wichtig für dessen weitere Entwicklung, da dann alle Seiten im Web erfasst werden würden.

Wenn die Entwicklung des semantischen Webbrowsers weiterhin so verläuft, erhält der Nutzer eine effiziente Erleichterung um neue Seiten im Wiki anzulegen und vorhandene zu aktualisieren. Denn mit der Nutzung der semantischen Suche, die alle relevanten Informationen über die gesuchte Seite sammelt und im Wiki anzeigt, lassen sich Seiten mit wenigen Klicks erstellen. Diese Erweiterung bringt für den Nutzer erhebliche Zeitersparnis und ermöglicht eine effektive und systematische Speicherung von Informationen.

## 7 Literaturverzeichnis

- [HCB08] “Browsing Linked Data with Fenfire”, Tuukka Hastrup, Richard Cyganiak, Uldis Bojars 2008
- [HiKR07] „Semantic Web”, Pascal Hitzler, Marcus Krötzsch, Sebastian Rudolph, York Sure, Springer Verlag, Juli2007
- [Pe08] “Social semantic web: web 2.0 - was nun?” von Tassilo Pellegrini Semantic Web Company Lerchenfelder Gürtel 43, 1160 Wien Seite 325, Springer, 07.10.2008
- [BIHL] “Tabulator Redux : Writing into the Semantic Web” T Berners-Lee, J. Hollenbach, Kanghao Lu, J. Presbrey, E. Pru d'ommeaux, mc schraefel MIT CSAIL, Cambridge, MA, USA Electronics and Computer Science, University of Southatmpton, UK
- [VrRKG] „Shortipedia- Aggregating and Curating Semantic Web Data” Denny Vrande, Varun Ratnakar, Markus Krötzsch, Yolanda Gil
- [WiM07] „Entwurf Semantic Web - Entwicklung, Werkzeuge, Sprachen“ Gabrielle Wichmann, VDM Verlag Dr. Müller Ausgabe 2007 ISBN: 978-3-8364-0398-6
- [W09] „Semantic Web- Architektur und Status Quo“ von Thomas Werres, 2009

### Internetquellen

- [AIFB] <http://www.aifb.kit.edu/web/Neuigkeit19>; Zugriff erfolgte am 12.11.2011
- [Al05] Florian Altherr, Seminararbeit „Semantic Web“, Mainz 2005/06  
[http://www1.informatik.uni-mainz.de/lehre/it/download/vortrag\\_12/Ausarbeitung.pdf](http://www1.informatik.uni-mainz.de/lehre/it/download/vortrag_12/Ausarbeitung.pdf); Zugriff erfolgte am 19.11.2011
- [BiH09] “Linked Data - The Story So Far” Christian Bizer, Freie Universität Berlin, Germany, Tom Heath, Talis Information Ltd, United Kingdom, Tim Berners-Lee, Massachusetts Institute of Technology, USA <http://linkeddata.org/docs/ijswis-special-issue> January 26, 2009; Zugriff erfolgte am 16.11.2011
- [BIK] “Tabulator Redux : Writing into the Semantic Web” T Berners-Lee, J. Hollenbach, Kanghao Lu, J. Presbrey, E. Pru d'ommeaux, mc schraefel MIT CSAIL, Cambridge, MA, USA Electronics and Computer Science, University of Southatmpton, UK  
<http://eprints.ecs.soton.ac.uk/14773/1/tabulatorWritingTechRep.pdf>; Zugriff erfolgte am 30.09.2011

- [BL06] „Linked Data“, Tim Berners-Lee, 2006-07-27  
<http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>; Zugriff erfolgte am 20.10.2011
- [DIS] <http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>; Zugriff erfolgte am 22.11.2011
- [DKP08] Elena Demidova, Shirish Kucheria, Judith Plümer, Hartmut Polzer, Roland Schwänzl, Thomas Severiens (Ed.), Stefan Wenneker, „Einführung in RDF- RDF in wissenschaftlichen Bibliotheken“, Osnabruck, Juni 2006, <http://www.iwi-iuk.org/seminarNotes/2/rdf-reader-v2.pdf> , Zugriff erfolgte am 22.11.2011
- [ER] <http://www.w3.org/2001/sw/wiki/EasyRdf>; Zugriff erfolgte am 04.12.2011
- [HT09] Vorlesungsfolien „3 - Sprachen Des Semantic Web – RDF“, HTWG Konstanz WS 2009/2010; <http://www.slideshare.net/seso81/3-sprachen-des-semantic-web-rdf>; Zugriff erfolgte am 30.11.2011
- [KrHR07] M.Sc. Markus Krötzsch, PD Dr. Pascal Hitzler, Dr. Sebastian Rudolph, AIFB am KIT(Karlsruhe Institute of Technologies), Lehrveranstaltung im WS 07/08  
[http://semantic-web-grundlagen.de/w/images/8/8e/6-Semantik\\_von\\_RDF%28S%29.pdf](http://semantic-web-grundlagen.de/w/images/8/8e/6-Semantik_von_RDF%28S%29.pdf); Zugriff erfolgte am 20.11. 2011
- [SMW] [http://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Help:Einf%C3%BChrung\\_in\\_Semantic\\_MediaWiki](http://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Help:Einf%C3%BChrung_in_Semantic_MediaWiki); Zugriff am 9.12.2011
- [VJ05] „Semantic Web im Überblick“ Johannes Vetter, vetterj@i.lmu.de Universität München Amalienstrasse 17, 80333 München 2005  
[http://www.medien.ifi.lmu.de/fileadmin/mimuc/hs\\_ws0506/papers/Semantic\\_Web\\_Ueberblick.pdf](http://www.medien.ifi.lmu.de/fileadmin/mimuc/hs_ws0506/papers/Semantic_Web_Ueberblick.pdf); Zugriff erfolgte am 15.11.2011
- [W3C] <http://www.w3.org/2001/09/06-ecdl/swlevels.gif>; Zugriff erfolgte am 20.09.2011
- [WP] <http://de.wikipedia.org/wiki/URL>